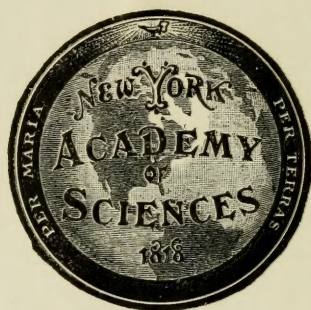


QH3
.B8565
*



Library

Bound at
A.M.N.H.
1922

SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

5.06(49.4)h1
BULLETIN

TOME XLIV: ANNÉE 1918-1919



NEUCHATEL

IMPRIMERIE CENTRALE

—
1920

SOCIÉTÉ NEUCHÂTELLOISE

SCIENCES NATURELLES

BULLETIN

21-4867-5^{ph} 1

TOME XLIV ANNÉE 1918-1919

7

NEUCHÂTEL
IMPRIMERIE CENTRALE

1920

Étude de quelques iminomonosulfures complètement substitués

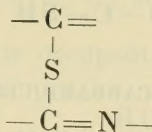
Contribution à l'étude de la transposition des iminomonosulfures complètement substitués

PAR

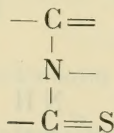
CHARLES SCHNEIDER, licencié ès sciences physiques

INTRODUCTION

Les iminomonosulfures sont des combinaisons présentant le groupement caractéristique :



Il leur correspond des isomères dont le groupe caractéristique est :



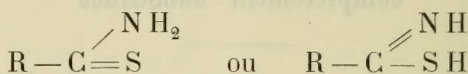
Dans certains cas, les isomères d'une forme peuvent se transposer dans ceux de l'autre. Un grand nombre de corps contenant ces groupements ont été déjà étudiés.

Nous donnerons ici un aperçu de celles de ces combinaisons que nous avons trouvées dans la littérature pour en montrer nettement l'analogie, analogie qui permettra de faire des rapprochements intéressants.

La classification de tous ces iminomonosulfures peut se faire le plus logiquement en admettant qu'ils peuvent se

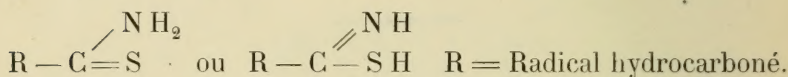
déduire par substitution d'un ou plusieurs atomes d'hydrogène des thiamides soit sur le soufre, soit sur l'azote, soit sur l'un et l'autre.

Or les thiamides :

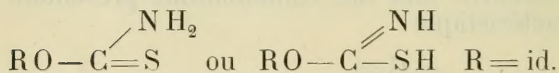


peuvent se diviser en cinq classes principales, suivant la nature de R :

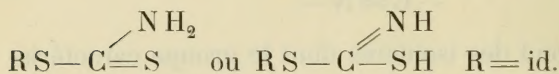
I. THIAMIDES DES ACIDES MONOBASIQUES :



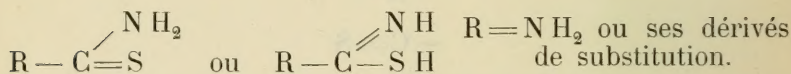
II. ACIDES MONOTHIOCARBAMIQUES :



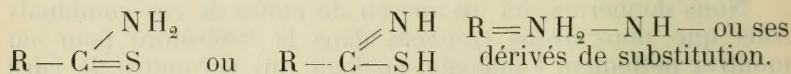
III. ACIDES DITHIOCARBAMIQUES :



IV. THIURÉES :



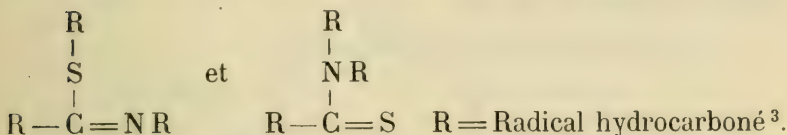
V. THIOSÉMICARBAZIDES :



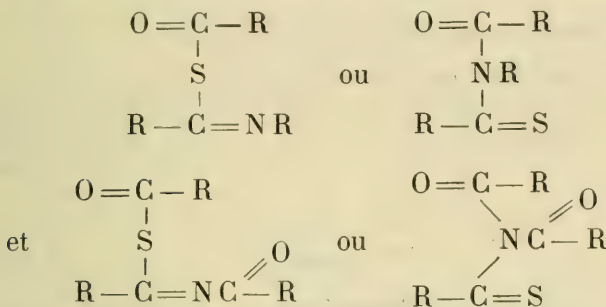
Les *iminomonosulfures* les plus simples seront ceux qui dérivent de la première classe, soit :

I. Des *thiamides des acides monobasiques* dérivent :

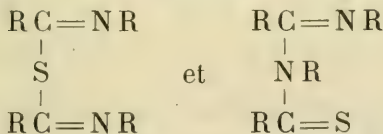
1. Les S- et N- dérivés alcoylliques¹ et aryliques² :



2. Les dérivés mono-⁴ et di-⁵ acidiques :



3. Les dérivés qui nous occupent, ayant les formules générales :



¹ MATSUI. Mémoires of the Kioto University 1910. 2. 401; C. 1911. I 982.

² M. et J.: I. 1. 622.*

³ R. chez tous les iminosulfures que nous indiquerons, représente un radical hydrocarboné ou un atome d'hydrogène, suivant que l'iminosulfure est complètement ou incomplètement substitué.

⁴ JAMIESON. Am. Soc. 26. 177. (1904); C. 1904. I. 1002.

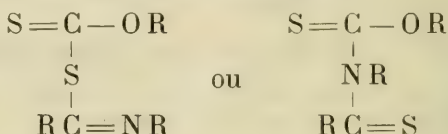
⁵ MATSUI. Mém. of the Kioto Univ. 1910. 2. 241.

* Dans cet aperçu nous nous permettons de nous référer pour les renvois à la littérature à MEYER et JACOBSON, Lehrbuch der Organischen Chemie, en n'indiquant spécialement que les sources que nous avons trouvées ailleurs que dans cet ouvrage. Nous indiquons la page où se trouvent ces renvois. Dans la discussion, nous indiquerons les travaux originaux que nous avons consultés et à l'occasion les travaux que nous avons trouvés ailleurs ou ceux qui ont paru depuis la publication de cet ouvrage, dont la dernière édition :

Tome I. 1 ^{re} partie, est de 1907.	Tome II. 2 ^{me} partie est de 1903.
» I. 2 ^{me} » » 1913.	» II. 3 ^{me} » fascicule 1. 1914.
» II. 1 ^{re} » » 1903.	» II. 3 ^{me} » » 2. 1916.

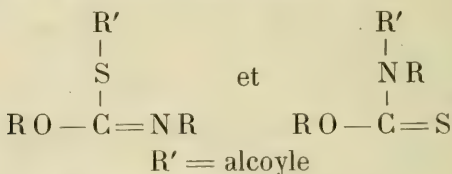
On peut les appeler diiminothioanhydrides des acides monobasiques ou, comme les appelle Jamieson¹, thiodiacylanilides, par analogie avec les diacylanilides de Wheeler², ou simplement sulfures d'imides.

4. Les iminoxanthides de Tschugaeff³.

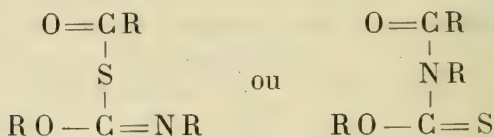


II. Des *acides monothiocarbamiques* dérivent :

1. Les S- et N- alcoyl-thiuréthanes⁴ :

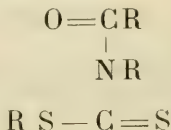


2. Les S- ou N- acyl-thiuréthanes⁵ :



III. Des *acides dithiocarbamiques* dérivent :

1. Les acyl-dithiuréthanes⁶ :



les dérivés substitués à l'azote sont seuls connus.

¹ JAMIESON. Am. Soc. **26**. 177. (1904).

² WHEELER. Am. **30**. 24 à 39; C. 1903. II. 361.

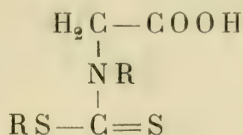
³ TSCHUGAEFF. Ber. **35**. 2470 (1902).

⁴ M. et J. : I. 2. 1430. 1431.

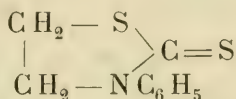
⁵ M. et J. : I. 2. 1432.

⁶ M. et J. : I. 2. 1438.

2. Les glycines —N— dithiuréthanes ¹ :

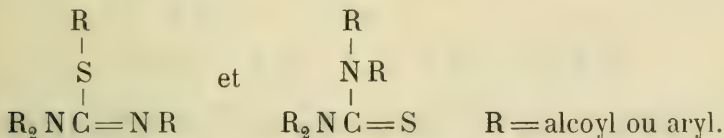


3. Le phényldithiocarbamate d'éthylène ² :

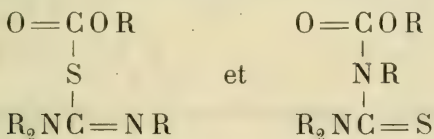


IV. Des *thiurées* dérivent :

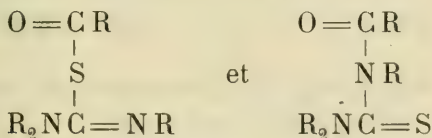
1. Les pseudo-thiurées et thiurées alcoyloques ³ et aryl-liqués ⁴ :



2. Les S- et N- esters carboniques des thiurées ⁵ :



3. Les S- et N- acyl-thiurées ⁶ :



¹ M. et J. : I. 2. 1438.

² WILL. Ber. 15. 343.

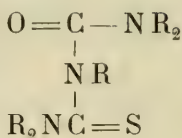
³ ARNDT. A. 384. 322. (1911) Note 1. et M. et J. I. 2. 1443-1446.

⁴ ARNDT. A. 384. 322. (1911); 396. 1587. (1913).

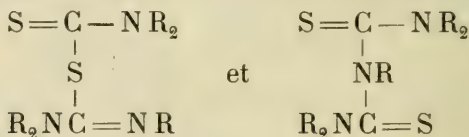
⁵ M. et J. : I. 2. 1446.

⁶ M. et J. : I. 2. 1447.

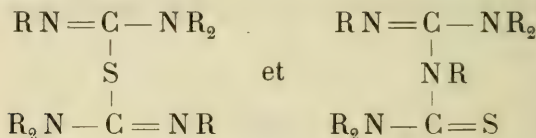
4. Les monothiobiurets ¹ :



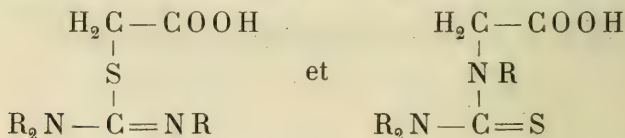
5. Les dithiobiurets ² :



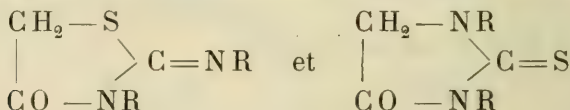
6. Les guanylthiurées ³ :



7. Les acides pseudo-thiohydantoïques et thiohydantoïques ⁴ :



8. Les pseudo-thiohydantoïnes ⁵ et thiohydantoïnes ⁶ :



¹ BERTHOUD : Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles. 26. 7. (1898);
Dixon Soc. 91. 122.-146 (1907); C. 1907. I. 1109.

² BILLETER et STROHL Ber. 26. 1681; BILLETER, RIVIER et MARET Ber. 37. 4317. (1904); RIVIER : Bull. soc. neuch. des sc. nat. 22. 152 (1894); 32, 60. (1904), étude très complète.

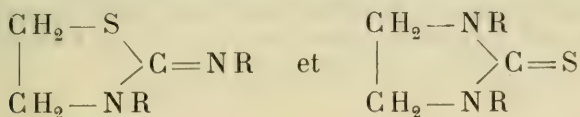
³ BURMANN. Bull. soc. neuch. des sc. nat. 37. 171 (1909).

⁴ M. et J.: I. 2. 1447.

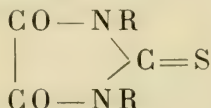
⁵ M. et J.: I. 2. 1447; II. 3. 542.

⁶ M. et J.: I. 2. 1447; II. 3. 466, 467.

9. Les éthylène-pseudo-thiurées¹ et éthylène-thiurées²:

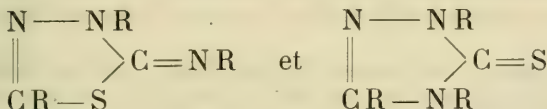


10. Les acides thioparabamiques³:

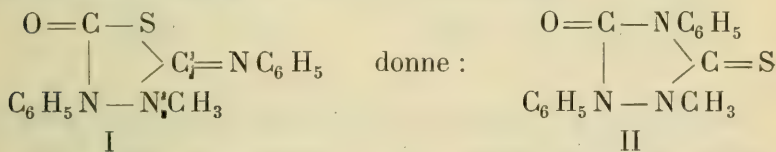


V. De la *thiosémicarbazide* dérivent:

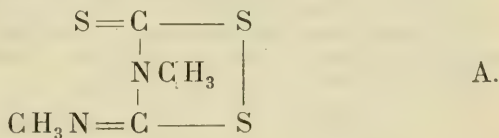
1. Les dérivés acylés, dont se déduisent les composés thio-diazoliques⁴ et triazoliques.



2. Les thiourazols⁵, dont le dérivé N-arylique, la 2-oxo-5-phénylimino-3-phényl-4-méthyl-thiobiazolidine (I) se transpose sous l'influence de l'ammoniaque alcoolique à froid en 1-4-diphényl-2-méthyl-3-thiourazol (II).



Nous citerons en dernier lieu le sulfure de méthylsénévol auquel on peut attribuer la constitution :



¹ M. et J. : II. 3. 466.

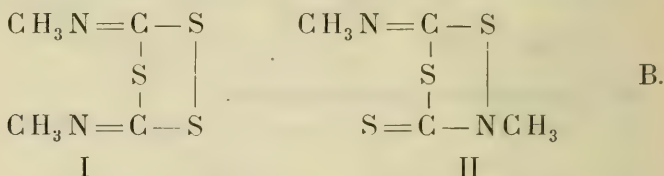
² M. et J. : II. 3. 540.

³ M. et J. : II. 3. 539.

⁴ M. et J. : I. 2. 1456.

⁵ M. et J. : II. 3. 611 ; 612.

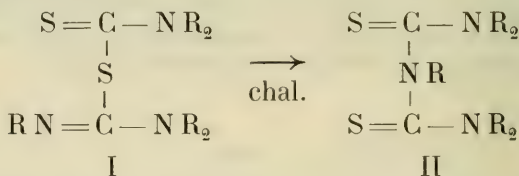
et qui pourrait par conséquent être placé dans la classe des dérivés de la pseudo-thiurée, mais qui se transpose en un corps auquel on peut attribuer soit la formule I¹ soit II².



Cette question, du reste secondaire pour nous, n'est pas sûrement résolue³. (Voir Hantzsch *loc. cit.*)

Nous avons donc ainsi une classe de corps bien définie dont le caractère le plus remarquable est celui, observé jusqu'à présent dans certains groupes seulement, de la transposition de l'un des isomères dans l'autre, sous l'influence de différents agents.

M. Billeter⁴ le premier, a constaté chez les dithiobiurets pentasubstitués que, sous l'influence de la chaleur, l'isomère pseudo ou asymétrique (I) se transpose dans l'isomère normal ou symétrique (II):

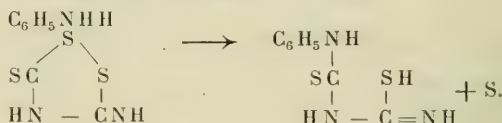


Puis Freund⁵ a aussi remarqué cette transposition chez le sulfure de méthylsénévol; il a constaté en outre que la

¹ FREUND A. **285**. 154. HANTZSCH A. **331**. 265 (1903).

² HANTZSCH A. **331**. 265 (1903).

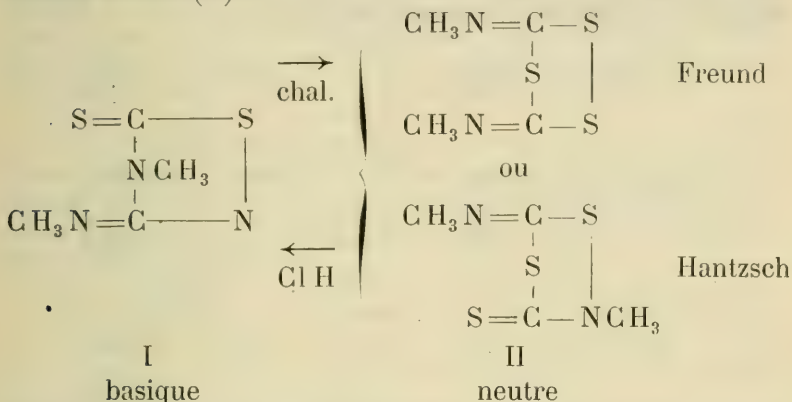
³ Ceci parce que le sulfure de sénévol B. ne donne pas les réactions caractéristiques des disulfazols, c'est-à-dire départ, sous l'action de l'aniline, d'un atome de soufre avec formation d'un dithiobiuret :



⁴ BILLETER. Ber. **26**. 1681 (1893).

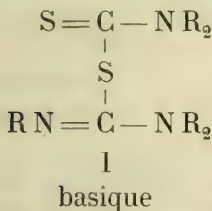
⁵ FREUND. A. **285**. 154.

transposition est réversible sous l'influence de l'acide chlorhydrique, l'un des isomères ayant un caractère basique (I), l'autre neutre (II):

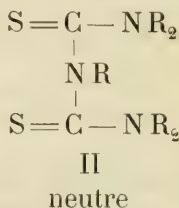


Cette réversibilité put alors être constatée aussi chez les dithiobiurets¹, chez lesquels c'est l'isomère avec les deux atomes de soufre en double liaison (II) qui se transpose en l'isomère avec un des atomes de soufre en simple liaison (I), le premier étant neutre, le second basique :

pseudo ou asymétrique.



normal ou symétrique.



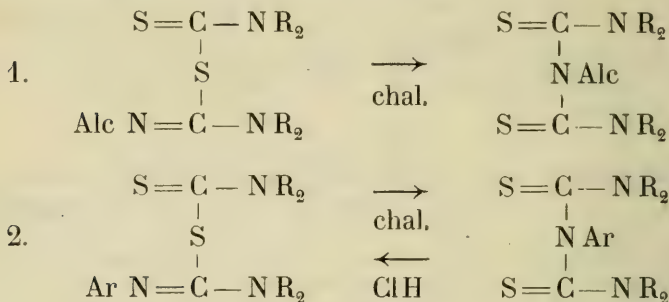
Etudiant l'influence des substituants chez les dithiobiurets pentasubstitués, M. Billeter² et ses collaborateurs constatèrent que :

1. Les dithiobiurets où l'atome d'azote lié à deux atomes de carbone porte un radical alcoylique, sont décomposés par l'acide chlorhydrique : la transposition par la chaleur d'un de ces pseudo-dithiobiurets en biuret normal n'est pas réversible.

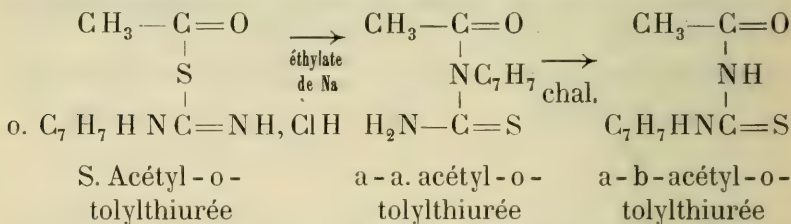
¹ BILLETER et RIVIER. Bull. soc. neuch. sc. nat., 22. 152. (1895).

² BILLETER, RIVIER et MARET : Ber. 37. 4317. (1904).

2. Les dithiobiurets pentasubstitués où l'atome d'azote lié aux deux atomes de carbone porte un radical aromatique, sont transformés quantitativement par l'acide chlorhydrique dans leurs isomères les pseudo-dithiobiurets :



Ce phénomène de la transposition a été constaté d'autre part par Dixon chez les dérivés acidiques des pseudo-thiurées, transposition qu'il envisage de la façon suivante, avec l'acétyl-o-tolylthiurée par exemple :



Cet auteur et ses collaborateurs ont étudié un grand nombre de dérivés ¹, obtenus par l'action d'éthers chlorocarboniques, de chlorures d'acyles et de chlorures carba-miques sur la thiurée ou ses dérivés monosubstitués.

Les phénomènes qu'il a observés chez ces iminosulfures, lui permettent d'énoncer les règles suivantes :

1. Si R du groupe acyle (R — C=O) est un radical alipha-tique, il se forme par départ de ClH les bases instables à

¹ DIXON : Soc. **83**, 550. (1903) ;

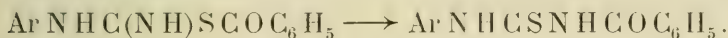
» **91**, 122-146 ; C. 1907. I. 1109 ;

» **91**, 912-931 ; C. 1907. II. 226 ;

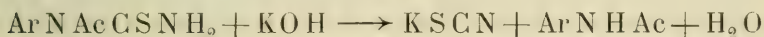
» **93**, 18-30, C ; 1908. I. 1541.

la température ordinaire. Si celles-ci sont des dérivés de la thiurée elle-même, le groupe acyle est éliminé sous forme d'acide ; dans un dérivé d'une thiurée monosubstituée par contre, le groupe acyle migre à l'azote qui porte le substituant, avec formation d'une thiurée a-a disubstituée. Cette dernière se transpose alors par fusion en a-acyl-b-aryl-thiocarbamide. Il y a donc ici trois formes d'une thiurée.

2. Si R est aromatique, la transformation en a-b se fait beaucoup plus facilement. Un cas particulier est celui du groupe benzoylé lié au soufre. Ce groupe migre très rapidement à l'azote non substitué pour donner immédiatement une a-b-thiocarbamide :



L'existence d'une forme a-a est cependant reconnaissable par la réaction caractéristique :



3. Si R est le radical d'un ester carbonique :

La nature plus faiblement acide de ce substituant dans la thiurée, provoque une plus grande stabilité de la forme a-a ; la transposition en a-b ne peut être obtenue sûrement ; par élévation de la température il y a décomposition complète.

Exception : Dans le cas où, dans la combinaison :



R est aromatique, il ne se forme point de thiocarbamide a-a $\text{Ar N(C O}_2\text{Ar) C S N H}_2$, par l'action d'alcali, mais il y a décomposition en C O_2 , phénol et phénylthiocarbimide.

4. R est un radical moyennement basique : $\text{X Y N} - \text{C} = \text{O}$ (X et Y, alcoyles). Il ne se forme avec les thiurées monosubstituées aucune combinaison analogue aux précédentes ; les produits d'addition formés sont décomposés avec séparation d'amine secondaire.

5. Si l'halogène-acyle ($\text{R} - \text{C O X}$, $\text{X} = \text{hal.}$) agissant sur la thiurée contient un deuxième atome d'halogène dans le groupe aliphatique R, il y a cyclisation avec formation d'une thiohydantoïne substituée.

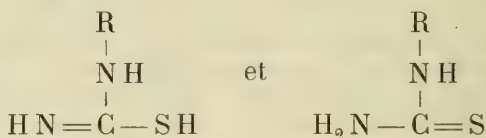
6. Cas particuliers des combinaisons allyliques :

a/ Le chlorure d'acétyle agit sur l'allylthiurée comme sur les arylthiurées monosubstituées et donne une combinaison $C_3H_5NH C(:NH)S Ac, Cl H$ qui se transpose par KOH en $C_3H_5N Ac CS NH_2$ puis par la chaleur en $C_3H_5NH CS NH Ac$.

b/ Le chlorure d'acétyle, avec l' α -b-phénylallylthiurée, donne avec élimination du groupe acétyle la N-phénylpropylène-pseudo-thiurée.

c/ L'ester chlorocarbonique avec l' α -b-phénylallylthiurée, donne probablement une combinaison $C_3H_5NH C(:NC_6H_5)SCO_2C_2H_5, Cl H$ qui perd $Cl H$ par dissolution dans l'eau, et le groupe $CO_2C_2H_5$ se déplace avec formation d'une thiurée trisubstituée, probablement $C_3H_5N(CO_2C_2H_5)CSNH C_6H_5$.

Dixon établit la constitution de tous ces corps par des décompositions par l'éthylate de sodium ou le carbonate de calcium. Il envisage aussi la possibilité de la constitution avec SH pour ces iminosulfures incomplètement substitués, sans cependant admettre deux isomères comme dérivés de substitution des deux formes :



Cette possibilité doit certainement être envisagée comme phénomène sinon d'isomérisie tout au moins de tautomérie.

Et à ce propos on pourrait reprendre toute la question de la constitution des thiamides et des thiurées. Je ne veux pas le faire, ce qui sortirait de mon sujet, puisque ce travail porte sur des iminosulfures complètement substitués. Il me semble cependant nécessaire d'en dire quelques mots à propos des travaux de Dixon, et en particulier de mettre en évidence le travail déjà cité de M. le professeur A. Berthoud¹, fait dans ce laboratoire, travail dont il n'est tenu compte nulle part et qui prouve que les thiurées peuvent réagir avec le groupe SH en donnant des iminosulfures dont quelques-uns ont été préparés plus tard aussi par Dixon².

¹ BERTHOUD. Bull. soc. neuch. des sc. nat. 26. 7. (1898).

² DIXON. Soc. 91. 122-146; C 1907. 1. 1109.

M. Berthoud a obtenu par l'action de l'isocyanate de phényle sur des thiurées di- et trisubstituées des produits d'addition, dont la constitution, soigneusement établie par les produits de décomposition des corps obtenus, montre que dans ces réactions, l'isocyanate de phényle a agi avec l'hydrogène fixé sur le soufre dans la thiurée :



Dixon¹ reprend dans une longue discussion cette question de la constitution des thiurées et des thiamides et conclut, pour les thiurées, à la forme avec le soufre en double liaison, toutes les réactions devant être interprétées avec cette formule. Ses arguments ne nous semblent pas absolument concluants. Il insiste essentiellement sur le fait que dans tous les cas où les deux formules sont possibles on n'a jamais obtenu qu'un seul corps. Or Kurt H. Meyer² a montré que dans le cas de la tautomérie céto-énolique les solides sont soit des énols purs, soit des cétones pures et que seuls les liquides ou les solutions de ces corps doivent être considérés comme contenant un mélange des deux formes, l'une passant dans l'autre dans les réactions qui l'exigent. On doit donc avoir ici un cas de tautomérie semblable, avec, pour la forme solide, soit l'une soit l'autre constitution, mais toujours la même. On peut cependant bien parler de tautomérie, puisque cette hypothèse a été imaginée pour expliquer le cas où un seul et même corps fonctionne avec deux formules différentes suivant les corps avec lesquels on le fait entrer en réaction.

Il semble donc que Dixon devrait n'envisager la possibilité de la forme avec SH pour ses iminosulfures incomplètement substitués, que comme phénomène de tautomérie.

Hugershoff³ a obtenu, par l'action d'anhydrides d'acides sur les thiurées, des acylthiurées analogues à celles de Dixon : il a préparé entre autres les acétyl-o- et p-tolylthiurées, décrites également par Dixon⁴. Hugershoff constate que ces

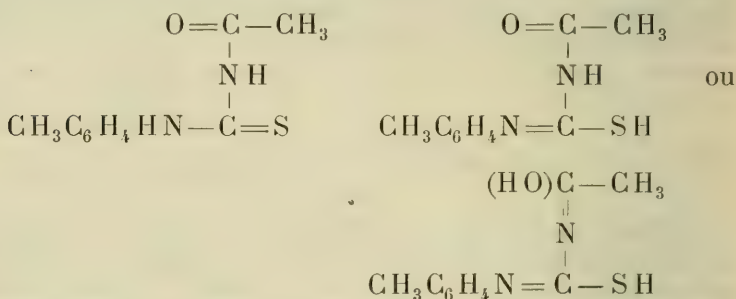
¹ DIXON. Soc. **101**. 2502. (1912); C. 1913. I. 1270.

² K. H. MEYER. A. **380**. 212. (1911).

³ HUGERSHOFF. Ber. **32**. 3649 (1899); **33**. 3029 (1900).

⁴ DIXON. Soc. **55**. 304; **91**. 912-931 (1907); C. 1907. II 226.

dérivés se transposent par la chaleur ; il admet que la transposition consiste dans le passage de la forme avec le soufre en double liaison, à la forme avec SH :



dér. : o. f : 140° dér. : o. f : 182°) mêmes points de fusion
 » p. f : 137° » p. f : 176°) que ceux de Dixon

et cela parce que ces dérivés, qui sont décomposés par une solution conc. de soude caustique (15 : 100) se dissolvent par contre facilement à froid dans une solution diluée (15 : 1000).

Ce fait de la dissolution dans les alcalis ne me paraît cependant pas suffisant pour justifier cette manière de voir ; il peut y avoir ici tout aussi bien que chez les autres thiurées un phénomène de tautométrie, cette question ne pouvant pas être résolue jusqu'à présent par voie chimique.

Enfin, il est intéressant de rapprocher de ces cas de transposition qui ont lieu sous l'influence de l'acide chlorhydrique ou de la chaleur, celui du monothiourazol déjà cité. Ici c'est l'ammoniaque ou la potasse caustique en solution diluée ¹ qui provoque la transposition de l'isomère avec le soufre en double liaison dans celui ayant le soufre en simple liaison.

Un autre phénomène qui semble être lié à celui de la transposition, est le *caractère basique* ou *neutre* de ces combinaisons. En effet, puisque deux isomères d'un même corps peuvent donner des sels ou n'en pas donner, cette faculté doit être en relation avec la structure de la molécule, soit, dans le cas des iminosulfures, avec le mode de liaison simple ou double des atomes d'azote et de soufre.

¹ BUSCH et LIMPACH, Ber. **44**, 560 (1911).

Les pseudo-thiurées se distinguent nettement des thiurées isomères normales par une basicité plus forte :

Ainsi, les pseudo-thiurées alcoyloques¹ et aryloques² ;

les acyl-pseudo-thiurées, chez lesquelles Dixon a constaté la transformation des chlorhydrates des pseudo-thiurées en thiurées normales simplement par la chaleur, avec départ d'acide chlorhydrique ;

les dithiobiurets pentasubstitués, dont les normaux sont neutres et se transposent dans les chlorhydrates des pseudo par l'acide chlorhydrique, l'azote en simple liaison passant en liaison double.

Par contre, chez les sulfures de sénévols, la transposition sous l'influence de l'acide chlorhydrique se fait dans le sens inverse : le dérivé avec l'azote en double liaison, neutre, se transpose dans la forme avec l'azote en simple liaison, basique, aussi bien en adoptant la formule de Freund que celle de Hantzsch.

Enfin, chez le thiourazol comme chez les dithiobiurets, l'isomère contenant le groupe $C=S$ est neutre et l'autre basique.

M. Burmann³ a examiné spécialement cette question chez les guanylthiurées. Il a préparé les deux séries d'isomères (normaux et pseudo-) qui présentent toutes deux un caractère basique et ne subissent aucune transposition.

Pour les autres iminosulfures nous n'avons pas trouvé dans la littérature de renseignements concernant cette question.

En présence des faits observés, il semble donc qu'il n'y ait pas moyen de trouver la raison du caractère basique ou neutre des iminosulfures. Peut-être des observations plus étendues permettront-elles d'éclaircir complètement cette question.

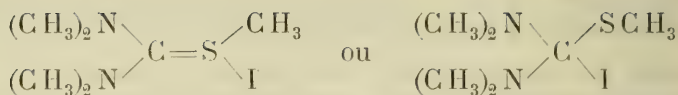
Le *caractère basique* de certains iminosulfures peut être attribué à la quadrivalence du soufre. Le fait le plus caractéristique à l'appui de cette hypothèse est celui observé par Delépine⁴ sur la tétraméthylthiurée. Par l'action de l'iodure de méthyle sur cette combinaison, il obtient un produit d'addition auquel il attribue l'une ou l'autre des deux formules :

¹ M. et J. : I. 2 1446 : la tétraméthyl-pseudo-thiurée se distingue essentiellement par cela de la thiurée normale.

² ARNDT, A. **384**: 323.

³ BILLETER et BURMANN. Bull. Soc. neuch. des sc. nat. **37**. 171.

⁴ DELÉPINE. Bull. **7**. IV. 991 (1910).

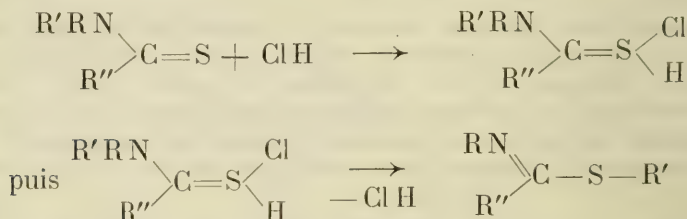


sans se décider en faveur de l'une plutôt que de l'autre. Mais, le fait qu'il a constaté, qu'avec une molécule d'azotate d'argent ce produit donne le nitrométhylate correspondant est significatif, en ce qu'il montre le caractère salin de la combinaison. Si le soufre y est quadrivalent, une raison de la basicité de la thiurée est trouvée, l'accumulation de groupes diméthylamino n'étant pas suffisante pour la provoquer, puisque la tétraméthylthiurée normale n'est pas basique.

Delépine¹ indique de même que la diméthylthiacétamide $\text{C}_2\text{H}_5\text{CSN}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ se combine très aisément aux iodures alcoyloxy pour donner des substances cristallines.

Ce caractère nettement basique, provoqué dans des combinaisons organiques par la quadrivalence du soufre, est du reste aussi très évident chez les combinaisons de trialcoyl-sulfonium dont les iodures donnent, avec l'hydrate d'argent, une base présentant les réactions des plus fortes bases inorganiques².

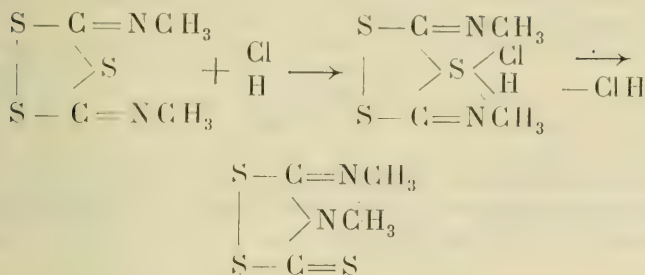
Quant à la *réversibilité de la transposition* de certains iminosulfures sous l'influence de l'acide chlorhydrique, en iminosulfures primitifs, on peut admettre qu'il y a d'abord addition des éléments de l'acide au soufre de l'iminosulfure, puis, par le changement de valences ainsi produit, changement de place des groupes caractéristiques, donnant une molécule plus stable dans ces conditions. Pour les dithiobiurets, nous aurions :



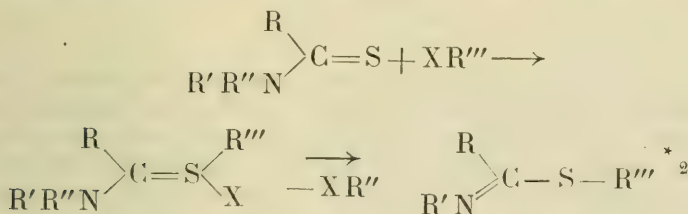
¹ DELÉPINE. Bull. IX. [4°]. 904 (1911).

² M. et J. : I. 1. 323.

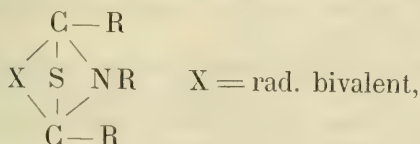
Pour le sulfure de méthylsénévol :



Cette réaction serait semblable à celle qui a lieu dans la transposition d'une N-thiamide en S-thiamide sous l'influence d'un halogène-alcoyle ¹. La manière la plus naturelle de la formuler est :



Dans les transpositions produites par la chaleur, on peut toujours admettre suivant M. Billeter ³ un groupement intermédiaire du genre :



forme de passage entre la combinaison avec le soufre en double liaison et celle avec le soufre en simple liaison.

¹ Hypothèse admise déjà par Claus : Ber. **8**, 44 ; Journ. f. prakt. Ch. **47**, 153.

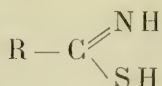
² WHEELER et BARNS. Am. chem. J. : **22**, 141 ; C. **1899**, II, 618.

BILLMANN C. 1907. II, 1778.

DIXON. Soc. **101**, 2502. (1912) ; C. 1913, I, 1270.

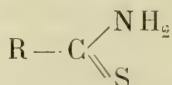
³ BILLETER. Ber. **26**, 1688. (1893).

On sait que, quand un corps halogéné agit sur une thiamide incomplètement substituée, l'action a lieu sur le soufre ; il se forme un corps dérivant de la forme

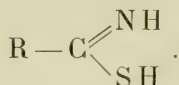


par remplacement de SH par SR'.

On peut expliquer ce fait, aussi bien en admettant pour les thiamides la forme dérivant de



que celle dérivant de



Dans le premier cas, les combinaisons halogénées s'additionneront tout d'abord au soufre, puis l'acide halogéné sera éliminé. Cette hypothèse, émise par Dixon ¹, est appuyée par le fait, établi par Billmann ², que des combinaisons thioniques chez lesquelles la tautomérie ou la desmotropie sont impossibles, peuvent former avec des halogènes alcoyles des combinaisons alcoyl-thioliques ; Billmann montre en effet que des dérivés acidiques de l'acide xanthogénique $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{C}(=\text{S})\text{SX}$ ($\text{X}=\text{reste acidique RCOOH}$), dont la formule est tout à fait analogue à celle des thiuréthanes $\text{RO}-\text{C}(=\text{S})\text{NH}_2$, réagissent de la même manière avec les halogènes-alcoyles, quoique étant exempts d'azote.

Dans le second cas, l'halogène de la combinaison halogénée réagira avec l'atome d'hydrogène fixé sur le soufre pour donner, avec ou sans départ d'acide halogéné, l'iminosulfure correspondant ou son chlorhydrate.

La constitution du produit de réaction obtenu, même en opérant à froid, ne donne pas d'indications certaines sur la manière d'agir de la combinaison halogénée sur la thiamide. En effet, comme le montrent les acyles-thiamides et les thiodiacylanilides de Jamieson et les nôtres, il peut se pro-

¹ DIXON. Soc. 101. 2502.

² BILLMANN. C. (1907). II. 1778.

duire des transpositions plus ou moins rapidement. Nous aurons à revenir sur cette manière d'agir dans le cas particulier de nos iminosulfures.

Une dernière question concernant ces iminosulfures et leur transposition, est celle de leur couleur.

En effet dans ces iminosulfures se trouve un atome de soufre fixé, soit en simple liaison à deux atomes de carbone, soit en double liaison à un seul. Or on sait que le groupe $C=S$ est un chromophore beaucoup plus actif que $C-S-C$, qui, lui, est un chromophore faible. Par conséquent, dans un même groupe, les combinaisons contenant le chromophore $C=S$ seront plus intensément colorées que celles contenant $C-S-C$ et cette différence de coloration pourra être suffisante pour établir la constitution des corps étudiés.

Chez ces iminosulfures, le chromophore $C=S$ est en liaison directe :

- | | | |
|----------------|--|---|
| 1 ^o | Dans les dérivés de la thiamide, avec un rad. aliphat. | ou arom. et un groupe NR_2 . |
| 2 ^o | » » | l'ac. monothiocarbamique avec un groupe OR et un groupe NR_2 . |
| 3 ^o | » » | l'ac. dithiocarbamique avec un groupe SR et un groupe NR_2 . |
| 4 ^o | » » | la thiurée avec deux groupes NR_2 . |
| 5 ^o | » » | la thiosemicarbazide avec un groupe $NR-NR_2$ et un groupe NR_2 . |

Or les groupes OR et NR_2 n'agissent comme auxochromes, n'approfondissent la couleur, que lorsqu'ils sont des substituants dans les noyaux aromatiques. Par contre, il est connu que la liaison directe des auxochromes avec les chromophores diminue la couleur¹. H. Kaufmann a appelé ce fait « l'inversion des chromophores ».

Cette règle peut aisément être vérifiée dans le groupe de combinaisons que nous considérons.

Dans le tableau que nous donnons, qui comprend des corps dont la constitution est bien déterminée, on constate que, lorsqu'on remplace un groupe CH_3 (I) par OCH_3 (II) la couleur passe de bleu à jaune, ou C_6H_5 (IV) par OC_6H_5 (V) de rouge foncé à jaune. Les groupes amino agissent d'une façon beaucoup plus marquée : C_6H_5 (I) remplacé par $N(CH_3)C_6H_5$ (III) fait passer la coloration de bleu à incolore ; OC_6H_5

¹ STAUDINGER et KON. A. 384. 72 (1911).

Tableau montrant le changement de coloration provoqué par le changement de nature des groupes liés au chromophore C=S, et par le changement de C=S en C—S—C.

I.	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{S} \\ \text{bleu} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{S} \\ \text{bleu} \end{array}$	$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_2\text{NC}_6\text{H}_4 \\ \\ (\text{CH}_3)_2\text{NC}_6\text{H}_4 - \text{C} = \text{S} \\ \text{gris-bleu} \end{array}$	
II.	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{S} \\ \text{jaune pâle} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{S} \\ \text{jaune pâle} \end{array}$		
III.	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \diagup \\ \text{CH}_3 \diagdown \text{N} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{S} \\ \text{incolore} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CO} \diagup \\ \text{CH}_3\text{CO} \diagdown \text{N} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{S} \\ \text{rouge} \end{array}$		
IV.	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{S} \\ \text{rouge foncé} \end{array}$			
V.	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{O} - \text{C} = \text{S} \\ \text{jaune clair} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O} - \text{C} = \text{S} \\ \text{jaune pâle} \end{array}$		
VI.	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{O} - \text{C} = \text{S} \\ \text{incolore} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{S} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{O} - \text{C} = \text{S} \\ \text{jaune d'or} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \diagup \\ \text{CH}_3 \diagdown \text{N} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{O} - \text{C} = \text{S} \\ \text{incolore} \end{array}$	
VII.	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{S} - \text{C} = \text{S} \\ \text{rouge orangé} \end{array}$			
VIII.	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{S} - \text{C} = \text{S} \\ \text{jaune clair} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{O} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{S} - \text{C} = \text{S} \\ \text{jaune} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{S} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{S} - \text{C} = \text{S} \\ \text{jaune foncé} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \diagup \\ \text{CH}_3 \diagdown \text{N} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5\text{S} - \text{C} = \text{S} \\ \text{incolore} \end{array}$
IX.	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{O} = \text{C} - \text{SC}_6\text{H}_5 \\ \text{incolore} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \\ \\ \text{O} = \text{C} - \text{SC}_6\text{H}_5 \\ \text{incolore} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5\text{S} \\ \\ \text{O} = \text{C} - \text{SC}_6\text{H}_5 \\ \text{incolore} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \\ \text{O} = \text{C} - \text{SC}_6\text{H}_5 \\ \text{incolore} \end{array}$

(VIII) remplacé par $N(C_6H_5)_2$ (VIII) fait passer la coloration de jaune à incolore. Par contre si les substituants à l'azote sont assez négatifs (radicaux acyles) l'influence hypsochromique du groupe amino est beaucoup atténuée, le remplacement de C_6H_5 (I) par $N(COCH_3)_2$ (III) fait passer la coloration de bleu à rouge foncé. Faisons encore remarquer l'influence du groupe mercapto — SR : lié directement à $C=S$ ce groupe augmente quelque peu la couleur, ainsi (VI) OC_6H_5 remplacé par SC_6H_5 (VIII) fait passer la coloration d'incolore à jaune clair, OC_6H_5 (V) remplacé par SC_6H_5 (VII) change la coloration de jaune pâle en rouge orangé. Par contre quand le soufre passe de double (V) en simple liaison (IX) la coloration disparaît plus ou moins complètement.

Par conséquent, nous pouvons nous attendre à ce que dans les cas 2^o, 4^o, 5^o, (page 21), nous n'aurons pas de substances colorées, tandis que pour 1^o et 3^o, suivant la nature des substituants R une coloration pourra apparaître. De plus, il est certain que, dans ces deux groupes, l'isomère avec le soufre en simple liaison sera beaucoup moins coloré que celui avec le soufre en liaison double. Et ceci pourra nous permettre, plus sûrement même que par la méthode de préparation et que par les produits de décomposition, d'assigner aux corps obtenus l'une ou l'autre des formules possibles.

Il y a lieu de remarquer encore que, chez les dithiobiurets pentasubstitués, on observe déjà une coloration; on peut même constater que les dérivés aryliques sont plus colorés que les dérivés aliphatiques, les normaux sont en général jaune vif, les pseudo jaune pâle ou incolores. Cependant chez ces corps il y a deux atomes de soufre et seul l'un d'entre eux, par son changement de position provoque le phénomène de l'isomérisation. Les changements de couleur seront donc peu marqués — au moins en ce qui concerne le spectre visible — et la détermination de la constitution, à supposer qu'on ne connaisse pas les deux isomères et leur transposition, ne pourrait pas se baser uniquement sur ce phénomène de coloration. Il doit en être de même pour toutes les combinaisons où il y a deux atomes de soufre. Il est fort probable qu'à l'analyse spectrale, non seulement dans le spectre visible, mais aussi dans l'ultraviolet, on obtiendrait pour chacune des deux séries d'isomères des courbes d'absorption caractéristiques qui permettraient de fixer la constitution de tous ces iminosulfures. Il y aurait là un travail intéressant à entreprendre. Hantzsch (Ber. 46. 3570) a étudié l'absorption dans l'ultraviolet des acides carboniques et thiocarboniques, de leurs sels et de leurs

esters. Il obtient de grandes différences dans les spectres d'absorption des dérivés thioliques et thioniques, ce qui montre que cette étude serait fructueuse. Ses observations l'engagent même à admettre sûrement pour la thiobenzamide la formule $C_6H_5C(=S)NH_2$ et non $C_6H_5C(-SH)=NH$.¹

J'ai étudié dans mon travail pratique deux séries de corps colorés, l'une en jaune, l'autre en rouge, et dans un cas j'ai réussi à obtenir aussi bien le corps jaune que le corps rouge correspondant. L'analyse et la détermination du poids moléculaire ayant montré que ce sont bien deux isomères, je n'hésite pas à attribuer au corps jaune la structure avec le soufre lié à deux atomes de carbone différents, au corps rouge la structure avec le soufre en double liaison sur le même atome de carbone.

APERÇU THÉORIQUE ET HISTORIQUE

Les corps qui font l'objet de la partie expérimentale de ce travail font partie des iminosulfures dérivant des thiamides des acides monobasiques. Ce sont des sulfures d'amides et des acyl-thiamides complètement substitués.

Passons en revue les corps de cette catégorie connus jusqu'à présent :

1. Sulfures d'amides incomplètement substitués.

Je n'ai trouvé dans la littérature que celui que Matsui² a préparé par l'action du benzonitrile sur la thiobenzamide, soit le sulfure de benzamide $(C_6H_5-C=NH)_2S$.

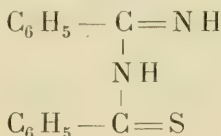
Ce corps cristallise de sa solution benzénique par addition d'éther de pétrole en aiguilles légèrement jaunâtres fondant à 71°. Il est très soluble dans les dissolvants organiques, sauf dans l'éther de pétrole, en donnant des solutions rouge foncé. Il se dissout également dans les acides en donnant des solutions oranges, dans les alcalis en donnant des solutions jaunes.

¹ HANTZSCH *loc. cit.* p. 3584.

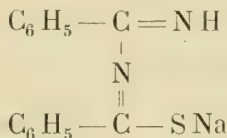
² MATSUI, Mémoires of the Kioto University 1910. 2. 401; C. 1911. I. 982.

Son chlorhydrate, jaune-orange, fondant à 110-111°, est complètement dissocié par l'eau en acide chlorhydrique et sulfure de benzamide. L'analyse du chlorhydrate a donné la formule $(C_6H_5 - C = NH)_2S, 2ClH$. La détermination du poids moléculaire dans le benzène a donné un chiffre correspondant à la formule simple.

La question de la constitution de ce corps peut se poser et l'on peut se demander, étant donné sa couleur jaune et la couleur jaune-orange de son chlorhydrate, si la base libre ou son chlorhydrate n'a pas la constitution :

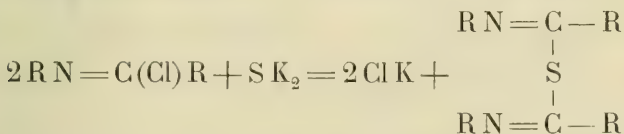


et même si le sel sodique ne serait pas :

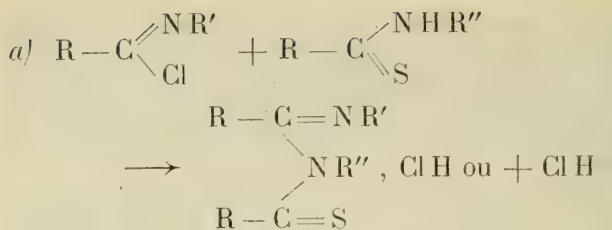


2. Sulfures d'anilides complètement substitués.

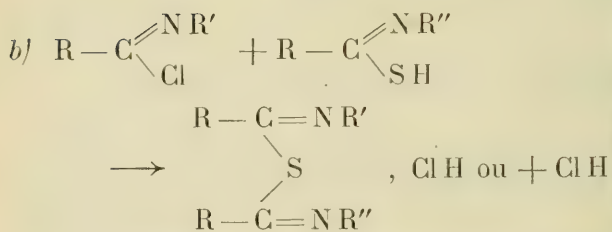
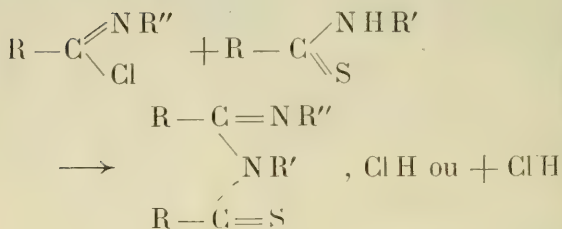
On peut les obtenir soit par l'action des imino-chlorures sur les sulfures alcalins :



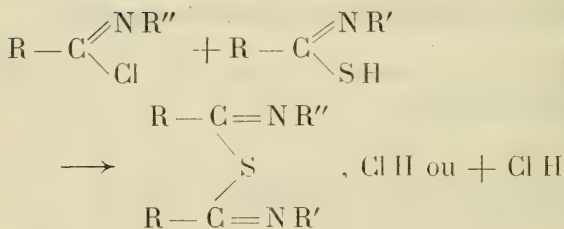
soit par l'action des imino-chlorures sur les thioanilides. On aura alors, en intervertissant les radicaux des chlorures et des thioanilides, deux corps différents ou deux corps identiques, suivant qu'on adopte pour la thioanilide la formule thionique ou thiolique.



Deux corps
différents



Deux corps
identiques



On arrivera au même résultat si l'on admet, comme Dixon¹, qu'il y a tout d'abord addition au soufre de la forme thionique.

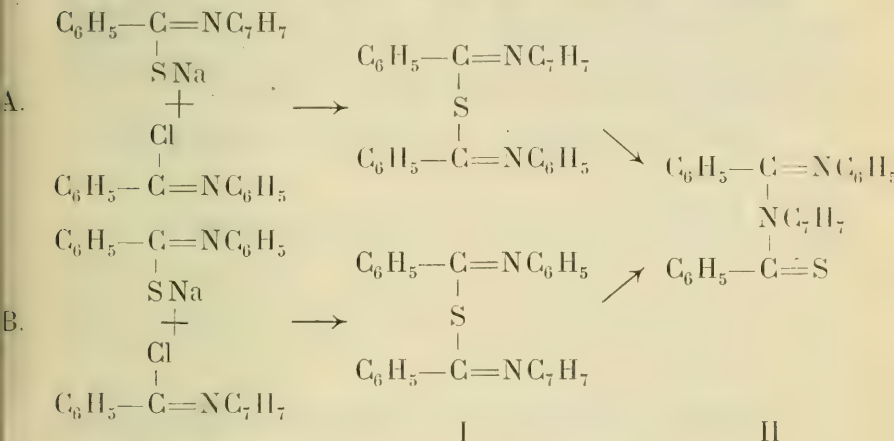
Enfin, on peut faire agir les iminochlorures sur les sels alcalins des thioanilides, et alors on obtiendra, par l'interversion des radicaux du chlorure et de la thioanilide, les corps de même constitution qu'en *b*¹, deux corps identiques.

¹ DIXON. Soc. **101**. 2502 (1912).

Jamieson¹ a étudié, le premier, des représentants de cette série de corps.

Il a obtenu, par l'action de l'iminochlorure de benzanilide sur le sel de sodium de la thiobenz-p-toluide, de même que par l'action de l'iminochlorure de benz-p-toluide sur le sel de sodium de la thiobenzanilide, un corps jaune, stable à la chaleur et ne subissant pas de transposition. Il a obtenu de même un corps jaune, également stable à la chaleur, par l'action de l'iminochlorure de benzanilide sur le sel de sodium de la thiobenzanilide.

Il discute, à propos du premier cas, la constitution du corps jaune obtenu et pense que la réaction a lieu comme suit :



Il attribue au corps jaune obtenu la formule II avec le soufre en double liaison. Les raisons qui l'y poussent sont :

- 1^o que ce corps ne subit pas de transposition par la chaleur,
- 2^o qu'il n'est pas attaqué rapidement par les alcalis,
- 3^o que l'acide chlorhydrique bouillant donne comme produit principal de la thiobenztoluide,
- 4^o que le corps obtenu par les deux méthodes A et B est le même.

Il admet, par raison d'analogie avec ce qui se passe pour des dérivés oxygénés correspondants², qu'il se forme la phase intermédiaire I se transposant immédiatement en II et fait

¹ JAMIESON. Am. Soc. **26**, 177 (1904); C. 1904. I. 1002.

² WHEELER. Am. chem. J. **30**, 24.; C. 1903. II. 361.

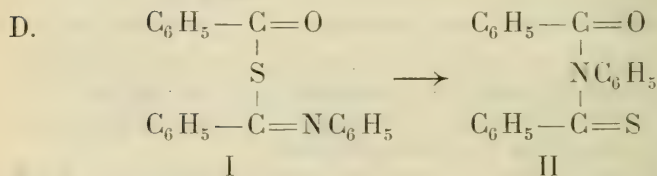
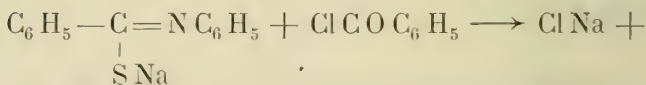
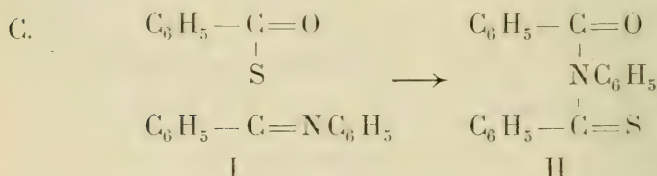
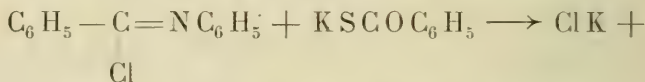
remarquer à ce propos que c'est une preuve que le sodium est fixé au soufre et non à l'azote de la thioanilide.

Il a fait agir également l'iminochlorure de benzanilide sur le sel de sodium de la thiobenzanilide et a obtenu un corps jaune brillant, fondant à 202-204°, dont il ne discute pas spécialement la constitution ¹.

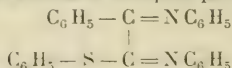
III. Acyl-thiamides et acyl-thianilides.

Les dérivés acylés des thiamides peuvent être obtenus par l'action d'un chlorure d'acyle sur les sels alcalins des thiamides.

Jamieson (*loc. cit.*) a fait agir l'iminochlorure de benzanilide sur le thiobenzoate de potassium, de même que le chlorure de benzoyle sur le sel de sodium de la thiobenzanilide ; il a obtenu le même corps par ces deux réactions :



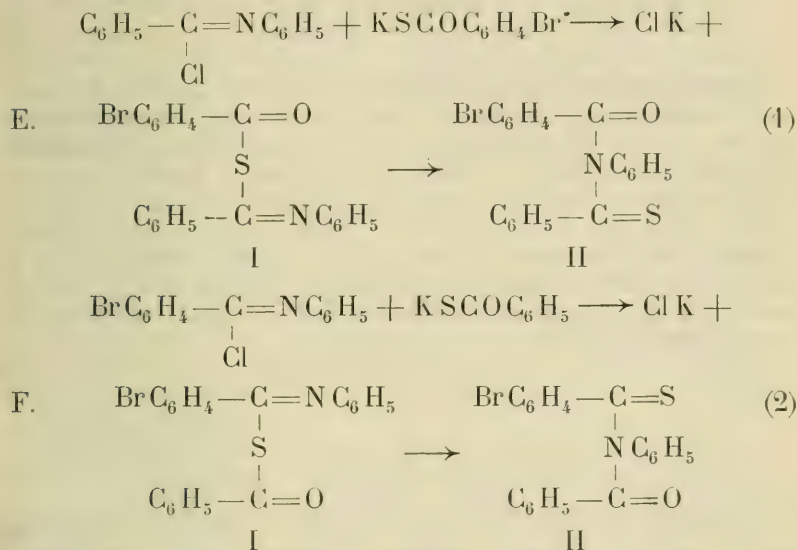
¹ RAFFO et ROSSI. G. 45. 1. 28-34 (1915). C. 1915. I. 1126, qui ont obtenu le même corps (f. 202-204°) en chauffant la thiobenzanilide dans la pyridine — avec départ d'SH₂ — lui attribuent la constitution (C₆H₅ - C = N C₆H₅)₂S sans la discuter spécialement ; ils commettent d'ailleurs une erreur manifeste dans l'interprétation de la formule de Jamieson indiquée par eux pour la thiodiacylanilide



à moins que ce ne soit une faute d'impression de la *Gazzetta Chimica Italiana*.

Ce corps est rouge. Il lui attribue la constitution II, pour les mêmes raisons que dans le cas des sulfures d'anilides. Il indique que ce corps est décomposé par l'acide chlorhydrique à l'ébullition en donnant principalement de la thiobenzanilide.

Enfin par l'action de l'iminochlorure de benzanilide sur le p-bromothiobenzoate de potassium et par l'action de l'iminochlorure de p-bromobenzanilide sur le thiobenzoate de potassium, il obtient deux corps rouges (1) et (2) :



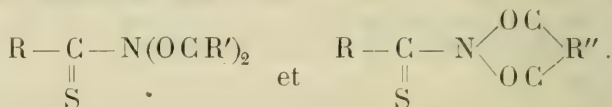
Le corps obtenu par l'équation E. fond à 120-121°, celui de F. à 133-134°. Ces deux corps ne subissent pas de modification par la chaleur. Jamieson leur attribue la constitution II.

Les seules autres acyl-thiamides connues sont celles de Matsui¹, qui a obtenu par l'action des chlorures d'acyles sur la thiobenzamide et la thio-p-toluamide à froid les cinq dérivés suivants :

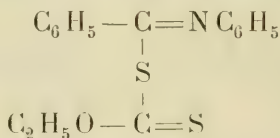
Phtalylthiobenzamide : $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CS} \cdot \text{N C}_2\text{O}_2\text{C}_6\text{H}_4$ violet foncé.
 Phtalylthio-p-toluamide : $\text{C}_7\text{H}_7 \cdot \text{CS} \cdot \text{N C}_2\text{O}_2\text{C}_6\text{H}_4$ violet.
 Succinylthio-p-toluamide : $\text{C}_7\text{H}_7 \cdot \text{CS} \cdot \text{N C}_2\text{O}_2\text{C}_2\text{H}_4$ violet.
 Diacétylthiobenzamide : $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{CS} \cdot \text{N}(\text{COCH}_3)_2$ rouge.
 Diacétylthio-p-toluamide : $\text{C}_7\text{H}_7 \cdot \text{CS} \cdot \text{N}(\text{COCH}_3)_2$ rouge.

¹ MATSUI. Memoirs of the Kioto University 1910. 2. 241.

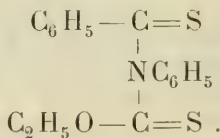
Ces corps sont stables à l'acide chlorhydrique ; ils sont décomposés par NaOH ou par les réducteurs en donnant SH_2 . Il en conclut que les deux atomes d'hydrogène du groupe imino ont été remplacés dans ces dérivés par des radicaux acides, et qu'ils sont des produits substitués à l'azote ; il leur donne donc la formule :



Mentionnons enfin que Jamieson a repris l'étude du produit obtenu par Tschugaëff¹, par l'action de l'iminochlorure de benzanilide sur le xanthogénate de potassium ; il espérait que, par la chaleur, le corps primitivement formé, avec un des atomes de soufre en simple liaison, se transposerait en un corps ayant les deux atomes de soufre en double liaison, comme pour les dithiobiurets de M. Billeter (*loc. cit.*). Il a obtenu le même corps que Tschugaëff, corps rouge qui ne subit pas la transposition. Tschugaëff lui avait attribué la constitution :



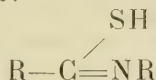
en remarquant que ce corps est neutre. Jamieson constate que ce corps ne présente aucune tendance à subir une transposition moléculaire et que, chauffé avec de l'ammoniaque concentrée, il donne une petite quantité de phénylthiuréthane, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OCSNHC}_6\text{H}_5$ le produit principal de décomposition étant de la thiobenzanilide. Il admet que ce produit de Tschugaëff — ainsi que les produits homologues préparés par cet auteur et qui présentent les mêmes propriétés — est non pas un iminoxanthide, mais un dithiodiacylanilide, c'est-à-dire présente la formule avec les deux atomes de soufre en double liaison :



¹ TSCHUGAEFF. Ber. **35**, 2470 (1902).

PARTIE THÉORIQUE SPÉCIALE

Etant donnés ces faits, M. Rivier m'engagea à reprendre les essais de Jamieson, en variant la thioanilide et le chlorure employés, de manière à chercher à obtenir, comme pour les dithiobiurets, les chlorhydrates stables d'iminosulfures, en espérant que ceux-ci subiraient des transpositions caractéristiques. Il m'engagea en outre à examiner l'action des imino-chlorures sur les thioanilides elles-mêmes et non sur leurs sels alcalins; les sels alcalins contenant en effet certainement le métal fixé sur le soufre, les réactions dans lesquelles les corps agissants se sont fixés sur le soufre ne prouvent pas forcément la constitution :

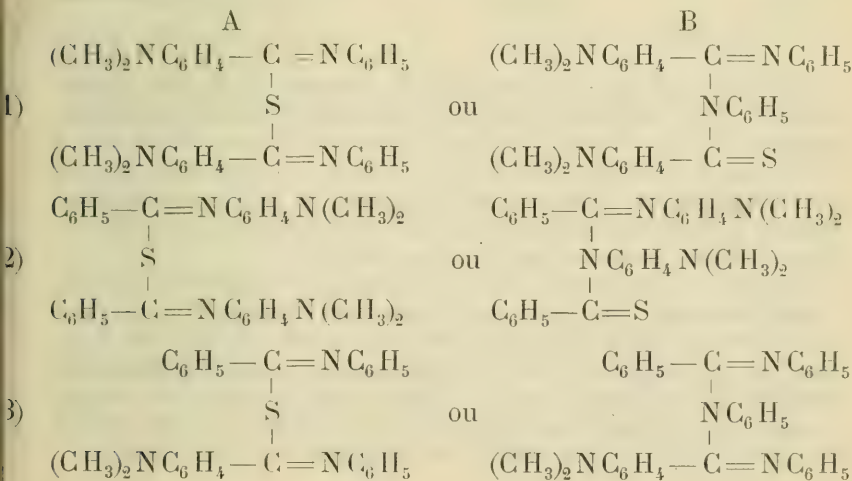


pour les thioanilides.

Je repris tout d'abord l'étude de l'action de l'iminochlorure de benzanilide sur la thiobenzanilide.

Dans cette action il se produit une coloration rouge passagère qu'il fallait chercher à expliquer et qui laissait supposer la formation d'un chlorhydrate de l'iminosulfure avec le soufre en double liaison.

Puis, pour tâcher d'avoir des iminosulfures donnant des chlorhydrates stables, il fallait augmenter le caractère basique des iminosulfures. Je cherchai à préparer les iminosulfures suivants :

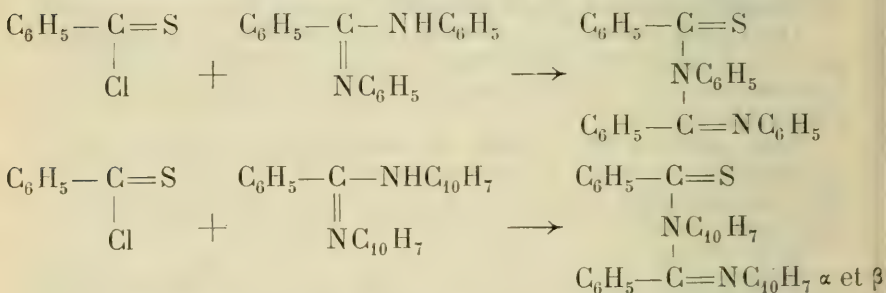


J'ai obtenu l'iminosulfure 1) de la forme A. Ce corps ne subit pas de transposition. Les autres iminosulfures ne purent être obtenus, les corps nécessaires à leur préparation — iminochlorure et sels alcalins des thioanilides — ne pouvant eux-mêmes être préparés tels quels.

Ces essais n'ayant pas donné de résultats dont l'interprétation pût être certaine, j'examinai alors l'action de l'iminochlorure de benzanilide sur les thiobenznaphtalides α et β et l'inverse, puis celle des iminochlorures de benznaphthalide α et β sur les thiobenznaphtalides α et β .

Ici avec l'un de ces corps, le sulfure de benznaphthalide α , je fus plus heureux; ce corps se transpose par la chaleur.

Je cherchai alors à obtenir par une autre méthode de préparation les isomères de quelques-uns des corps précédents, méthode de préparation qui, en tout cas, pouvait me renseigner sur la possibilité et la rapidité de la transposition des iminosulfures en question, à la température ordinaire. Cette méthode consiste à faire agir le chlorure de thiobenzoyle sur la benzényldiphénylamidine et sur les benzényldinaphtylamidines α et β :



Elle devait en effet me donner certainement des iminosulfures avec la forme amidine, contenant le soufre en double liaison. Si, par contre, les corps obtenus étaient identiques à ceux qui se forment par l'action des iminochlorures sur les sels alcalins des thioanilides, la question de la constitution restait incertaine, puisqu'il devait certainement y avoir eu transposition dans un cas ou dans l'autre.

Enfin, en me basant sur les phénomènes observés avec les corps obtenus dans les opérations précédentes, j'ai préparé les benzoyle-thiobenznaphtalides α et β par l'action du chlorure de benzoyle sur les sels de potassium des α - et β -thiobenznaphtalides, espérant que les corps avec le soufre en simple liaison, qui devaient certainement se former, seraient stables et subiraient la transposition sous l'influence de la chaleur.

Voyons tout de suite les résultats auxquels je suis arrivé, en renvoyant le détail des nombreux essais que j'ai effectués à la partie expérimentale de ce travail; je pourrai ensuite revenir sur les travaux précédents de notre série d'minosulfures.

J'ai obtenu, comme Jamieson, deux séries de corps: dans l'une, des corps jaunes, dans l'autre, des corps rouges.

Corps jaunes (auxquels j'attribue les constitutions suivantes):

- 1) Sulfure de benzanilide

$$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{N C}_6\text{H}_5 \\ | \\ \text{S} \end{array}$$
- 2) Sulfure de p-diméthyl-aminobenzanilide

$$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{N C}_6\text{H}_5 \\ | \\ \text{S} \\ | \\ (\text{CH}_3)_2\text{N C}_6\text{H}_4 - \text{C} = \text{N C}_6\text{H}_5 \\ | \\ \text{S} \\ | \\ (\text{CH}_3)_2\text{N C}_6\text{H}_4 - \text{C} = \text{N C}_6\text{H}_5 \end{array}$$
- 3) Sulfure d' α -benznaphtalide

$$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{N C}_{10}\text{H}_7\alpha \\ | \\ \text{S} \end{array}$$
- 4) Sulfure de benzanilide et d' α -benznaphtalide

$$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{N C}_6\text{H}_5 \\ | \\ \text{S} \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{N C}_{10}\text{H}_7\alpha \end{array}$$

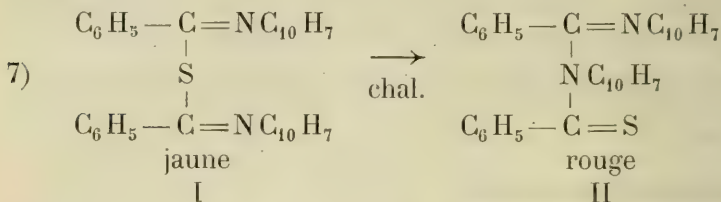
Corps rouges (auxquels j'attribue les constitutions suivantes):

- 5) Benzoylthio- α -benznaphtalide

$$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{N C}_{10}\text{H}_7\alpha \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{S} \end{array}$$
- 6) Benzoylthio- β -benznaphtalide

$$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{N C}_{10}\text{H}_7\beta \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_5 - \text{C} = \text{S} \end{array}$$

Un des corps jaunes (3) de l'une des séries — le sulfure d' α -benznaphthalide — est transformé par la chaleur en un corps rouge isomère; la thiobenzoyl-benzényl-dinaphtylamidine α .



Enfin l'action de chlorure de thiobenzoyle sur la diphénylbenzénylamidine, action qui aurait dû donner l'iminosulfure avec le soufre en double liaison, a donné, quoique en très mauvais rendement, le même corps jaune (sulfure de benzanilide) que celui obtenu par l'action de l'iminochlorure de benzanilide sur le sel de potassium de la thiobenzanilide. Il devait donc y avoir eu transposition, soit dans un cas, soit dans l'autre.

Le chlorure de thiobenzoyle ne réagit pas avec les amidines α - et β -benzényldinaphtyliques. Ce fait pouvait paraître curieux, mais il s'est expliqué quand j'ai constaté que (tout au moins pour le dérivé α l'acide chlorhydrique décompose le corps qui devait se former.

En faisant agir l'acide chlorhydrique à froid et en quantité équimoléculaire sur ces iminosulfures — soit une, soit deux molécules d'acide pour une d'iminosulfure — j'ai obtenu les résultats suivants :

Si aux corps 1, 3 et 4 finement pulvérisés on ajoute une solution éthérée d'acide chlorhydrique — une molécule d'acide pour une d'iminosulfure — et qu'on abandonne ce mélange à la température ordinaire pendant un certain temps, ces iminosulfures se dissolvent en donnant une solution rouge-orange. En évaporant cette solution dans le vide, il reste une masse amorphe rouge-grenat. Or, cette substance rouge contient une molécule d'acide chlorhydrique pour une d'iminosulfure; recristallisée dans le benzène ou l'éther acétique, traitée par les alcalis ou simplement abandonnée à l'air elle a donné les anilide, naphthalide, thioanilide et thionaphtalide correspondantes. Ces derniers corps, traités séparément par l'acide chlorhydrique, ne donnant pas de produits rouges, ceux que j'ai obtenus par le traitement des iminosulfures doivent donc être les chlorhydrates des iminosulfures correspondants; le

changement de couleur montre qu'il doit y avoir eu changement de constitution.

L'iminosulfure 2, par le même traitement, mais avec deux molécules d'acide chlorhydrique, s'est transformé en un corps jaune cristallin contenant deux molécules d'acide pour une d'iminosulfure. Ici les alcalis redonnent l'iminosulfure primitif. Ce fait et l'absence de changement de couleur indiquent qu'il ne doit pas y avoir eu changement de constitution.

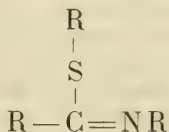
Enfin les benzoylthio-benznaphtalides α et β traitées de la même manière — une molécule d'acide chlorhydrique pour une d'iminosulfure — sont décomposées en chlorure de benzoyle et thionaphtalide α ou β .

Ces observations, ainsi que la coloration des iminosulfures eux-mêmes, peuvent facilement être interprétées.

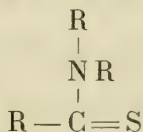
En effet, d'après ce que nous avons fait remarquer sur la coloration des iminosulfures dans la partie générale de ce travail, les iminosulfures que j'ai préparés sont précisément ceux qui devaient présenter les changements de coloration les plus marqués et les plus caractéristiques pour leur constitution.

L'atome de carbone qui porte le soufre n'est lié en outre qu'avec un atome d'azote agissant comme hypsochrome, par le phénomène de l'inversion des auxochromes de Kaufmann ; les corps en question pouvaient donc présenter l'absorption de la lumière dans le spectre visible. De plus ces corps ne contiennent qu'un atome de soufre, donnant le chromophore nécessaire pour provoquer une coloration. Il pouvait donc se produire des changements de coloration nettement visibles, caractéristiques pour leur constitution.

L'interprétation la plus logique des phénomènes observés est donc que la série des corps jaunes contient le soufre lié par une valence à deux atomes de carbone différents :



la série des corps rouge contient le soufre en double liaison sur un atome de carbone, soit le chromophore $\text{C} = \text{S}$:



Dans la série d'iminosulfures que nous considérons, et en particulier chez les corps que j'ai obtenus, la question de la constitution est donc résolue par la couleur de ces corps. Ce critère de la couleur me semble même plus probant que les réactions de décomposition, dans lesquelles il peut se produire des transpositions avant la décomposition.

La façon dont se comportent les corps préparés, vis-à-vis de l'acide chlorhydrique, confirme la manière de voir indiquée. Puisque ceux des corps que j'ai obtenus qui, traités par l'acide chlorhydrique, donnent des chlorhydrates rouges, sont ensuite décomposés, tandis que celui qui donne un chlorhydrate jaune est régénéré tel quel par les alcalis, les corps rouges doivent avoir une constitution différente de celle des jaunes primitifs, différence de constitution correspondant à la différence de stabilité. La seule différence de structure que l'on puisse considérer est celle que j'ai déjà indiquée en me basant sur la couleur ; les corps jaunes subissent une transposition, dans les cas indiqués, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, en donnant les chlorhydrates des corps rouges instables, ayant la constitution thionique.

Cette transposition serait l'inverse de celle qui se produit chez les dithiobiurets. Chez ces derniers, c'est le corps avec les deux atomes de soufre en double liaison qui se transpose par ClH dans le corps avec un atome de soufre en simple liaison ; ce dernier est basique, l'autre neutre. Notre cas est identique à celui du sulfure de méthylsénévol.

Enfin, en admettant l'interprétation donnée des phénomènes observés, la différence dans l'action de l'acide chlorhydrique sur le dérivé diméthylamino et sur les autres dérivés, semble donner une indication sur le mode de fixation de l'acide chlorhydrique à ces corps. Chez le dérivé diméthylamino, les deux molécules d'acide chlorhydrique se fixeraient aux groupes diméthylamino, et il n'y a pas de transposition, par conséquent pas de changement de coloration. Chez les autres dérivés, par contre, il y a transposition avec changement de couleur, sous l'influence de l'acide chlorhydrique. Cette différence d'action de l'acide chlorhydrique montre que dans ce dernier cas l'acide doit s'être fixé sur l'atome de soufre, provoquant par le changement de valences ainsi produit un changement de place des groupes caractéristiques, soit la transposition.

L'interprétation que nous donnons de ces faits consiste à admettre que, pour les corps chez lesquels l'acide chlorhydrique provoque la transposition, cet acide se fixe sur le

soufre, celui-ci devenant quadrivalent ; seuls les isomères présentant un arrangement moléculaire stable avec ce changement des valences seraient susceptibles d'exister. Cette manière de voir permettrait d'interpréter le mode d'action de l'acide chlorhydrique chez les iminosulfures où il a été examiné et tout particulièrement dans le cas des guanylthiurées de M. Burmann ¹ ; chez ces corps, les chlorhydrates des deux isomères ne se transposant pas l'un dans l'autre sont de plus tous deux stables. Ici, comme dans le cas de notre dérivé diméthylamino, l'acide chlorhydrique ne se fixerait donc pas sur le soufre, mais sur l'un des atomes d'azote. Chez les dithiobianrets pentasubstitués où nous avons aussi des groupes positifs (diméthylamino par exemple) il y a transposition et un seul chlorhydrate stable. L'acide chlorhydrique se fixerait donc sur l'un des atomes de soufre.

Quant à la manière dont se comportent nos corps vis-à-vis de l'acide sulfurique concentré, les phénomènes sont semblables à ceux observés avec l'acide chlorhydrique. Je n'insisterai donc pas sur leur interprétation, qui me semble devoir être la même que celle donnée pour l'action de l'acide chlorhydrique. Les sulfures de benzanilide et de p-diméthylamino-benzanilide se dissolvent tous deux dans l'acide sulfurique concentré en jaune vif ; en diluant avec de l'eau, les iminosulfures sont reprecipités sans modification. Les autres iminosulfures sont décomposés dans cette opération — les corps jaunes donnant tout d'abord des solutions rouges, prouvant un changement de constitution — comme nous l'indiquons dans la partie expérimentale de notre travail.

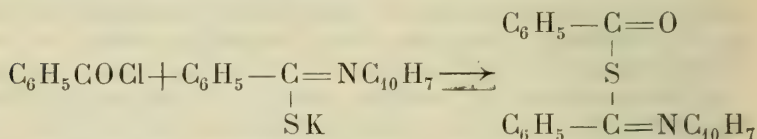
Il n'y pas lieu de faire intervenir la théorie de l'halochromie pour expliquer la coloration produite par SO_4H_2 ou ClH , puisque cette théorie a été imaginée pour expliquer ce phénomène que des substances incolores ou peu colorées peuvent s'unir à des acides pour donner des sels colorés, sans qu'un groupe chromophore y coopère ². Or, la transposition du sulfure d' α -benznaphthalide jaune en l'isomère rouge sous l'influence de la chaleur montre que, dans ces transpositions de corps jaunes en corps rouges, il faut admettre la participation des chromophores $\text{C}—\text{S}—\text{C}$ et $\text{C}=\text{S}$.

Enfin les résultats que j'ai obtenus montrent qu'on ne peut pas déduire la constitution de ces corps de leur méthode de préparation. En effet, une solution de chlorure de benzoyle

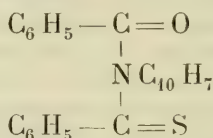
¹ BILLETER et BURMANN, Bull. Soc. neuch. sc. nat. **37**, 171 (1909).

² HENRICH : Theorien der organischen Chemie : p. 241 (éd. 1912).

dans le chloroforme, ajoutée à une solution dans la potasse alcoolique de thio-benznaphtalide α ou β , donne immédiatement un précipité — poudre rouge — qui est la benzoyl-thionaphtalide avec le groupe $C=S$. L'iminosulfure isomère qui s'est nécessairement formé par la réaction :



s'est immédiatement transposé en :



Dans le cas du sulfure d' α -benznaphthalide, en opérant dans les mêmes conditions, cette transposition n'a pas lieu ; elle se produit lorsque le corps est chauffé à son point de fusion.

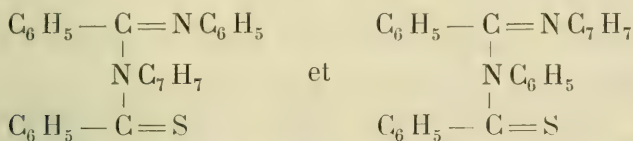
Chez le sulfure de benzanilide préparé par l'action du chlorure de thiobenzoyle sur la diphenylbenzénylamidine, c'est la transposition inverse qui a lieu, à la température ordinaire déjà.

Jamieson a aussi obtenu deux séries de corps, une de corps jaunes, l'autre de corps rouges, sans cependant que l'un des corps d'une des séries se transpose dans un des corps de l'autre série. Il admet indifféremment pour l'une comme pour l'autre que ces corps contiennent le soufre en double liaison. Il me semble que c'est une erreur. La discussion que nous avons donnée pour nos corps peut s'appliquer sans autre aux corps de Jamieson, et montre bien qu'il y a lieu d'envisager les deux constitutions pour ces substances. Parmi les produits qu'il a étudiés nous mettons de côté l'iminoxanthide de Tschugæff dont la coloration, aussi bien que les réactions de décomposition, ne sont pas suffisamment caractéristiques pour sa constitution. La coloration est en effet chez ce corps déterminée par deux atomes de soufre, tous deux pouvant être en double liaison, ou l'un des deux en simple liaison, l'autre en double liaison. Je puis faire remarquer tout au plus que le corps que j'ai obtenu par transposition du sulfure d' α -benznaphthalide est rouge et contient donc certainement un groupe $C=S$. Si le corps de Tschugæff contenait deux groupes $C=S$,

il devrait être plus coloré, vert ou même bleu. Par conséquent j'admets comme la plus probable la constitution, admise par Tschugaeff lui-même, avec un atome de soufre en simple liaison.

Les réactions de décomposition violentes que Jamieson a examinées ne sont pas caractéristiques; on peut toujours admettre dans leur interprétation une transposition intermédiaire.

Chez le *corps jaune* obtenu par Jamieson (sulfure de benzanilide et de p-benztoluide), le fait qu'il n'y a pas transposition par la chaleur montre simplement que le corps avec le soufre en simple liaison est seul stable. Les deux formules qu'il donne comme intermédiaires indiquent déjà un seul et même corps, sans qu'il soit besoin de supposer une transposition, ce que du reste il admet implicitement en faisant remarquer que l'iminochlorure a agi avec le métal fixé au soufre et non à l'azote de la thiobenztoluide. S'il s'était produit une transposition ultérieure, alors il y aurait eu possibilité de deux isomères :



isomérisie qu'il n'a pas constatée et dont il ne parle même pas. De plus, nos décompositions des corps jaunes par l'acide chlorhydrique montrent nettement qu'il y a dans ces réactions de décomposition tout d'abord transposition. L'interprétation de ces décompositions parle bien plutôt en faveur de la constitution avec le soufre en simple liaison pour le produit primitif. Les décompositions indiquées par Jamieson sont trop violentes et ne laissent pas voir ce qui se passe intermédiairement.

Quant aux *corps rouges* (benzoylthioanilides), Matsui, pour les dérivés dibenzoyliques, admet déjà la formule avec $\text{C}=\text{S}$. Jamieson aussi donne cette constitution aux corps qu'il a obtenus dans cette série; d'après ce que j'ai dit précédemment à propos des corps semblables que j'ai préparés, il n'y a pas lieu de la mettre en doute. Remarquons simplement que, chez les dérivés bromés que Jamieson a obtenus par l'inversion de l'iminochlorure et de la thioanilide, l'isomérisie n'a pas lieu par rapport aux groupes $\text{C}-\text{S}-\text{C}$ et $\text{C}=\text{S}$; les corps I (page 29) étant isomères aussi bien que les corps II, cette isomérisie n'apporte rien de nouveau dans la discussion de la transposition des iminosulfures.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Substances employées à la préparation des sulfures d'anilides.

Anilides et naphthalides.

Elles se laissent facilement préparer par la réaction de Schotten-Baumann ; pour la diméthyl-*p*-aminobenzanilide sans alcali, en présence d'aniline.

Benzanilide.

Préparée par l'action du chlorure de benzoyle, à froid, sur l'aniline maintenue en suspension dans une solution aqueuse de carbonate de soude, en broyant dans un grand mortier. Cristallisée dans l'alcool ord. Rendement 85-90 %. Lamelles blanches. f. 163°.

*Diméthyl-*p*-aminobenzanilide.* $(\text{CH}_3)_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{CONHC}_6\text{H}_5$.

Cette anilide a été décrite pour la première fois par Staudinger ¹ qui l'a obtenue — pour caractériser le chlorure de *p*-diméthylaminobenzoyle — par l'action de ce chlorure sur l'aniline. J'ai préparé cette anilide de la façon suivante :

J'ai fait passer dans la diméthylaniline environ $\frac{1}{5}$ de son poids de phosgène en refroidissant. Abandonné en flacon bouché à la température ordinaire jusqu'à disparition de l'odeur du phosgène. Il se forme une masse cristalline de chlorure de diméthyl-*p*-aminobenzoyle et de chlorhydrate de diméthylaniline dans l'excès de diméthylaniline. Ajouté à cette bouillie de l'aniline ; la masse s'échauffe et tout devient liquide. Abandonné pendant un certain temps. Ajouté une solution de CO_3Na_2 en excès. Chassé l'aniline et la diméthylaniline à la vapeur d'eau. L'anilide se sépare sous forme de masse cristalline verdâtre. Filtré. La solution filtrée acidifiée par l'acide acétique donne un peu d'acide diméthyl-*p*-amino-benzoïque.

Cristallisé l'anilide dans l'alcool ordinaire dans lequel elle est très peu soluble à froid, et cristallise en paillettes blanches fondant à 181-182°, comme Staudinger l'indique.

Employé 180 g. diméthylaniline. 36 g. COCl_2 . 70 g. aniline. Obtenu 63 g. Rend. 72 %.

¹ H. STAUDINGER et R. ENDLE : *Ber.* **50**. 1046 (1917)

J'ai essayé de préparer cette anilide à partir de l'acide diméthyl-p-aminobenzoïque, par l'action de l'aniline sur l'éther éthylique de cet acide, pour éviter la manipulation avec le phosgène que j'avais de la peine à me procurer. Le rendement dans la préparation de l'éther éthylique étant déjà mauvais, j'ai renoncé à cette méthode.

Préparation de l'éther éthylique de l'acide diméthyl-p-aminobenzoïque :

Chauffé au b.-m. pendant $\frac{1}{2}$ h. à 1 h. une solution alcoolique concentrée d'acide diméthyl-p-aminobenzoïque avec 4 équivalents d'acide sulfurique conc. Laisse refroidir, traité par une solution aqueuse diluée de soude caustique. L'éther se précipite. La solution filtrée, précipitée par l'acide acétique redonne de l'acide libre. Recristallisé dans l'alcool à 96° additionné d'un peu d'eau ; paillettes blanches f. 67-68°. ¹

Analyse élémentaire :	subst.	CO ₂	H ₂ O	% C.	% H
	0,2105	0,5279	0,1450	68,42	7,71
	0,2046	0,5116	0,1398	68,22	7,65
				Théorie : 68,35	7,82

Employé pour cette préparation : 10 g. d'ac. diméthyl-p-aminobenzoïque, 12 g. SO₄H₂ conc. Obtenu crist. 6,5 g. Rend. 55,5 %.

Benzoyl-p-aminodiméthylanilide : C₆H₅CONHC₆H₄N(CH₃)₂.

Préparée à partir du chlorostannate de p-amino-diméthylaniline, dissous dans l'eau, chauffé et saturé par SH₂ à chaud. Filtré, ajouté de la soude caustique en excès et secoué énergiquement avec du chlorure de benzoyle. Cristallisé dans l'alcool ord.

Employé 43 g. de chlorostannate de p-amino-diméthylaniline et 14 g. de chlorure de benzoyle. Aiguilles blanches f. 228-229°.

E. Börnstein ² indique avoir obtenu entre autres cette anilide par réduction du produit de l'action du chlorure de benzoyle sur la nitrosodiméthylaniline. Il indique le même point de fusion.

¹ Nous avons opéré comme pour la préparation de l'éther éthylique de l'ac. diéthylamino-benzoïque à partir de l'ac. correspondant : Folin. Am. 19. 331. Beilstein, supp. II 789. Je n'ai pas trouvé l'éther éthylique de l'ac. diméthyl-aminobenzoïque décrit dans la littérature.

² BÖRNSTEIN. Ber. 29. 1482. (1896).

α -Benznaphtalide. $C_6H_5CONHC_{10}H_7$.

Je l'ai préparée en versant par petites portions le chlorure de benzoyle sur la bouillie formée par broyage d'un mélange d' α -naphtylamine avec une solution saturée tiède de carbonate de soude, tout en continuant de broyer dans un grand mortier. Filtré, traité par l'eau pour enlever le carbonate de soude en excès. Séché sur une assiette poreuse et cristallisé dans l'alcool ord. Aiguilles rougeâtres qui ne donnent un produit incolore qu'en faisant bouillir la solution alcoolique avec du charbon animal, ou en cristallisant dans CS_2 . Rend. 85-90 %
f. 160-161°.

β -Benznaphtalide. $C_6H_5CONHC_{10}H_7$.

Préparée de la même manière que l' α -benznaphtalide. Il se sépare déjà de la première cristallisation dans l'alcool ordinaire un produit blanc, aiguilles fondant à 160-161°. Rend. 85-90 %.

Iminochlorures.

Ces corps se laissent facilement préparer par l'action du pentachlorure de phosphore sur les anilides et naphtalides.

Iminochlorure de benzanilide. $C_6H_5C(=NC_6H_5)Cl$.¹

Préparé suivant WALLACH A. 174. 79, en chauffant un mélange de benzanilide et de PCl_5 au b.-m. Éliminé $POCl_3$ en chauffant dans le vide, puis, soit distillé en employant le vide — passe à 10 mm. à 210° — soit cristallisé dans l'éther de pétrole f. 39-40°. Lamelles blanches.

Iminochlorure de diméthyl-p-aminobenzanilide.

$(CH_3)_2NC_6H_4C(=NC_6H_5)Cl$.

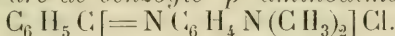
Je n'ai pas trouvé cet iminochlorure dans la littérature. Par le fait de la présence du groupe diméthylamino je n'ai pu obtenir que le chlorhydrate de l'iminochlorure et non l'iminochlorure libre. Opéré comme pour l'iminochlorure précédent. Chauffé au b.-m. un mélange de diméthyl-p-aminobenzanilide et de PCl_5 . La masse devient liquide. Pour éliminer $POCl_3$ j'ai broyé ce liquide avec de l'éther absolu. Il se sépare une masse amorphe blanche qui rougit à l'humidité de l'air. Insoluble dans l'éther de pétrole, le benzène anhydre, très soluble dans $CHCl_3$, n'a pas pu être cristallisé.

Dosé le chlore dans ce produit.

A la substance pesée, ajouté KOH alcoolique, chauffé jusqu'à dissolution. Ajouté de l'eau, filtré, lavé. Dans le filtrat précipité Cl par $\text{NO}_3\text{H} + \text{NO}_3\text{Ag}$ et pesé Cl Ag dans creuset de Gooch :

subst. pesée	Cl Ag	% Cl déduit.
0,3046	0,3004	24,38
0,5600	0,5561	24,55
Calc. pour $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_2\text{Cl}$:		% Cl 13,71
» » »	», Cl H :	» » 24,04

Iminochlorure de benzoyle- p -aminodiméthylanilide.



J'ai essayé de préparer cet iminochlorure en opérant de la même façon que pour l'iminochlorure précédent. Le mélange d'anilide et de PCl_5 ne réagit malheureusement pas. Ce mélange reste solide à la température du b.-m. ; en reprenant par le benzène, le chloroforme ou le tétrachlorure de carbone anhydre j'ai obtenu l'anilide elle-même qui n'avait donc pas été transformée. A température plus élevée le mélange charbonne en se décomposant.

Iminochlorure d' α -benznaphtalide. $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(=\text{N C}_{10}\text{H}_7)\text{Cl}$.

Préparé suivant JUST. Ber. 19. 984. par le même procédé que les iminochlorures précédents. f. 59-60°.

Dosé Cl par titrage : A la substance pesée ajouté NaOH n/10 aq. ; chauffé à ébullition. Filtré. Titré NaOH en excès par Cl H n/10 aq.

subst. pesée	NaOH n/10	Cl H n/10	% Cl
0,4334	22,70	6,80	13,01
0,4747	22,70	5,20	13,08
Théorie pour $\text{C}_{17}\text{H}_{12}\text{NCl}$: 13,35			

Iminochlorure de β -benznaphtalide.

De même suivant JUST. Ber. 19. 984. f. 68-69°.

Dosé Cl par Cl Ag : traité la substance pesée par KOH alcoolique. Filtré, au filtrat ajouté $\text{NO}_3\text{H} + \text{NO}_3\text{Ag}$. Filtré et pesé le précipité de Cl Ag dans creuset de Gooch.

subst. pesée	Cl Ag	% Cl
0,3228	0,1807	13,84
0,3142	0,1676	13,18
Théorie pour $\text{C}_{17}\text{H}_{12}\text{NCl}$: 13,35		

Pour ces deux iminochlorures, n'ayant pas d'éther de pétrole pour les cristalliser au moment où j'ai fait la plupart des essais, j'en ai toujours préparé de petites quantités, au fur et à mesure des besoins. Je reprenais le produit de réaction du PCl_5 sur la naphthalide chauffé au b.-m. — dans lequel j'avais éliminé la plus grande partie de POCl_3 en faisant le vide — par de l'éther absolu. Je plaçais la solution ainsi obtenue dans un cristalliseur, dans un dessiccateur dans lequel je faisais le vide. L'éther, par évaporation, entraîne le POCl_3 restant et il se sépare une masse cristalline légèrement jaunâtre.

Les résultats des dosages de chlore ont été obtenus avec les iminochlorures préparés de cette façon.

Thioanilides et thionaphtalides.

BERNTHSEN Ber. 41. 503 et JACOBSON Ber. 20. 1897 en ont indiqué le mode de préparation, qui consiste à faire agir le pentasulfure de phosphore sur l'anilide ou la naphthalide en les fondant ensemble; puis, en extrayant les dérivés sulfurés par de la soude ou de la potasse caustique en solution aqueuse, précipitant ces solutions par de l'acide chlorhydrique et recristallisant dans l'alcool, on obtient ces corps à l'état pur. On obtient ainsi des rendements de 40-50 %.

J'ai obtenu des rendements meilleurs et des produits plus rapidement purs en faisant agir le P_2S_5 sur l'anilide ou la naphthalide — tout au moins pour celles qui donnent un dérivé sulfuré à point de fusion supérieur au point d'ébullition du dissolvant — en solution dans du « solvant naphtha » de point d'ébullition de 125-135°.

Ces dérivés sulfurés peuvent encore être préparés par l'action des iminochlorures sur les sulphydrates alcalins. Cette méthode, que j'ai essayée dans certains cas, ne m'a jamais donné que des rendements très faibles.

Thiobenzanilide.

J'ai employé celle du commerce.

Thiodiméthyl-p-aminobenzanilide. $(\text{CH}_3)_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{CSNHC}_6\text{H}_5$

Cette thioanilide n'est pas encore décrite dans la littérature. En fondant l'anilide avec le P_2S_5 d'après la méthode de Jacobson, et en extrayant la thioanilide par une solution

aqueuse env. d. normale de soude caustique je n'ai obtenu que de très mauvais rendements.

5 g. d'anilide plus 2,5 g. de P_2S_5 , fondus dans une capsule sur un bain d'ac. sulfurique. Extrait plusieurs fois par $NaOH$ aq. env. 2 n. Précipité cette solution par l'ac. acétique, masse rougeâtre. Recristallisé dans l'alcool ord. obtenu 0,5 g. de cristaux brun-jaune de thioanilide fondant à 168-169°; recristallisé dans l'alcool, aiguilles plus claires f. 170-171°.

Par contre j'ai obtenu des résultats meilleurs permettant une préparation beaucoup plus rapide et qui donne un produit ne nécessitant qu'une cristallisation dans l'alcool, en opérant dans le solvant naphta. J'ai obtenu les meilleurs résultats en opérant de la façon suivante :

Employé une partie de P_2S_5 pour deux d'anilide.

Ajouté P_2S_5 par réfrigérant ascendant, par petites portions, à la diméthyl-p-aminobenzanilide en solution 10 à 15 % dans le solvant naphta bouillant, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. Après adjonction laissé bouillir pendant 4 à 5 minutes. Versé le contenu du ballon dans une capsule recouverte immédiatement d'un verre de montre. Les produits phosphorés restent attachés aux parois du ballon, et dans la capsule cristallisent par refroidissement des lamelles jaunâtres qui, filtrées et recristallisées dans l'alcool ord., donnent des aiguilles jaunes fondant à 170-171°. Soluble dans une solution de soude caustique aq. env. 2 n, et dans l'acide chlorhydrique aqueux, insoluble dans l'ac. acétique dilué.

Opéré sur 5 g. d'anilide chaque fois. Rend. 50-55 %.

Analyse élémentaire :

subst. pesée	CO_2	H_2O	% C	% H
0,1964	0,5069	0,1088	70,41	6,20
0,2031	0,5228	0,1098	70,22	6,05
calculé pour $C_{15}H_{16}N_2S$:			70,27	6,29

Dosage du S d'après Carius :

subst. pesée	SO_4Ba	% S
0,1947	0,1769	12,48
0,1991	0,1790	12,34
calculé pour $C_{15}H_{16}N_2S$:		12,57

L'action du chlorhydrate de l'iminochlorure de diméthyl-p-aminobenzanilide sur le sulphydrate et sur le sulfure de

potassium, en solution alcoolique, donna un mélange de l'iminosulfure correspondant avec très peu de thioanilide. Nous reviendrons sur cette opération à propos de l'iminosulfure lui-même.

Entin la potasse alcoolique de conc. env. 10 % agissant sur la thioanilide (une mol. de potasse pour une de thioanilide) donna l'iminosulfure.

α-Thiobenznaphtalide. $C_6H_5CSNH C_{10}H_7$.

Ici aussi j'ai obtenu des résultats meilleurs, la préparation nécessitant beaucoup moins de temps que par la méthode de Jacobson, en opérant dans le solvant naphta.

Ajouté comme précédemment, à 10 g. de naphtalide en sol. env. 10 % dans le solvant naphta bouillant 5 g. de pentasulfure de phosphore. Maintenu à l'ébullition pendant 4-5 minutes. Versé la sol. de solvant naphta dans une capsule. Après refroidissement, filtré. Placé sur une assiette poreuse. Cristallisé dans l'alcool ord.; obtenu 5 à 6 g. de thionaphtalide fondant à 149-150°. Rend. 50 à 55 % de la théorie. Jacobson obtient 30 à 40 %. Soluble dans NaOH aq., reprécipité par ClH.

Dosage du S d'après Carius :

subst. pesée	SO ₄ Ba	% S déduit
0,2103	0,1846	12,08
0,2054	0,1826	12,21
calculé pour C ₁₇ H ₁₃ NS : 12,18		

En opérant en solution plus diluée, je n'ai pas obtenu des résultats meilleurs. En opérant en solution plus concentrée ou en chauffant plus longtemps, le produit cristallisant du solvant naphta est passablement moins pur et le rendement moins bon.

En faisant agir l'iminochlorure d'*α*-benznaphthalide sur du sulfhydrate de potassium — préparé en faisant passer de l'SH₂ dans une solution alcoolique de potasse — le rendement en thionaphtalide est mauvais.

β-Thiobenznaphtalide.

Même méthode de préparation et mêmes observations. Ici le rendement est encore meilleur, de 60 à 65 %. Je n'ai pas trouvé cette thionaphtalide décrite dans la littérature. Elle fond à 160-162°. Soluble dans NaOH aq. dil. reprécipitée par ClH. Elle cristallise en paillettes d'un jaune brillant.

Analyse élémentaire :

subst. pesée	C O ₂	H ₂ O	% C	% H
0,1965	0,5582	0,0853	77,49	4,86
0,2123	0,6041	0,0974	77,63	5,12
	calculé pour C ₁₇ H ₁₃ N S :			77,52 4,98

Dosage du S d'après Carius :

subst. pesée	S O ₄ Ba	% S
0,2045	0,1780	11,96
0,2137	0,1892	12,16
calculé pour C ₁₇ H ₁₃ N S :		12,18

Chlorure de thiobenzoyle : C₆ H₅ C S Cl.

Ce chlorure a été préparé dernièrement par Siegwart ¹, à partir de l'acide dithiobenzoïque.

J'ai fait quelques essais de préparation de ce corps, par l'action du chlorure de thionyle, du trichlorure et du pentachlorure de phosphore sur l'éther éthylique de l'acide thionobenzoïque, C₆ H₅ — C(=S) O C₂ H₅, essais qui ne m'ont pas mené au but.

Cet éther a été préparé par l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'éther benzimidoéthylique, C₆ H₅ — C(=N H) O C₂ H₅, obtenu par la méthode de Pinner ². Opéré de la façon suivante :

Mis en liberté l'imide de son chlorhydrate par une sol. aq. de C O₃ Na₂. Extraît avec de l'éther. Séché la sol. étherée avec Cl₂ Ca. Fait passer un courant d'S H₂ à froid dans cette solution. Puis chassé l'éther ord. et fractionné dans le vide. L'éther thionobenzoïque passe à 10 mm. de pression à 117-118°. Identifié en le chauffant avec l'aniline, donne de la thio-benzanilide.

Cet éther fut additionné de SO Cl₂; le mélange fut chauffé à l'ébullition dans un récipient muni d'un réfrigérant ascendant et dans un courant de C O₂. Peu à peu le liquide se trouble, il se sépare une huile brunâtre qui se prend par refroidissement et se trouve être du soufre. En ajoutant de l'eau il se forme un trouble jaune de soufre, avec odeur de S₂ Cl₂ et de C₆ H₅ C O O C₂ H₅. Il y a donc désulfuration et non formation du chlorure cherché. Le pentachlorure de phosphore dans les mêmes conditions, agit de même. Avec le trichlorure de phosphore, par

¹ STAUDINGER et SIEGWART. Thèse. Zurich. 1917.

² PINNER. Ber. **16**. 1654.

contre, le liquide devient rougeâtre ; mais distillé dans le vide il se montre être le mélange initial de trichlorure de phosphore et d'éther thionebenzoïque non transformé. Le faible résidu de distillation contenait essentiellement du soufre. Le trichlorure de phosphore n'agit donc pas sur l'iminoéther sinon en le décomposant.

Par contre en opérant selon les indications de Siegwart j'ai obtenu identiquement les mêmes résultats que cet auteur.

Préparation de l'acide dithiobenzoïque d'après Houben ¹ par l'action du bromure de phénylmagnésium sur le sulfure de carbone.

Employé 40 g. de bromobenzène, 6,2 g. de magnésium puis 20 g. de sulfure de carbone. Obtenu 18,5 g. d'acide dithiobenzoïque, soit rend. 45 %. Siegwart obtient aussi un rendement de 45 %, à partir de 120 g. de bromobenzène, 53 g. d'acide dithiobenzoïque.

Puis cet acide fut chloré dans les conditions dans lesquelles opère Siegwart. Aux 18,5 g. d'acide obtenus dissous dans 20 cm³ d'éther, placés dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, furent ajoutés par le réfrigérant 27 g. de chlorure de thionyle. Vive réaction. Abandonné un instant puis chauffé au b.-m. pendant 2 h. et pendant 5 h. sans réfrigérant ascendant. Pendant toute la réaction on fait passer un courant de CO₂. Fractionné dans le vide de la trompe à eau (8-10 mm. de pression) avec capillaire relié à appareil à CO₂, et en employant un appareil de Brühl, de façon à pouvoir changer facilement, pendant la distillation, le récipient collecteur. Obtenu ainsi, après avoir opéré une deuxième distillation, un liquide rouge foncé, qui est le chlorure de thiobenzoyle contenant encore un peu de S₂Cl₂, comme l'indique Siegwart. Je l'ai fait agir tel quel sur les amidines.

Avec l'aniline ce liquide donne de la thiobenzanilide.

Amidines.

Je les ai préparées par l'action des iminochlorures correspondants sur les amines, anilines ou naphtylamines. Les chlorhydrates sont peu solubles dans l'eau froide, ce qui permet de séparer ces corps des amines en excès, dont les chlorhydrates y sont beaucoup plus solubles. Les amidines elles-mêmes ne sont pas mises en liberté simplement par une

¹ HOUBEN : Ber. **39**. 3224 (1906).

solution aqueuse d'un alcali : je les ai obtenues en secouant les chlorhydrates avec une solution aqueuse d'un alcali et en extrayant par l'éther. L'amidine passe dans l'éther.

Diphénylbenzénylamidine : $C_6H_5C(=NC_6H_5)NHC_6H_5$.

GERHARDT. A. 108. 219, l'obtient aussi par l'action de de l'iminochlorure de benzanilide sur l'aniline. J'ai opéré de la façon suivante :

A 12 g. d'iminochlorure de benzanilide placés dans un ballon muni d'un tube à chlorure de calcium, ajouté 18 g. d'aniline (3 fois la quantité théorique); ce mélange s'échauffe. Tout passe en solution. Versé dans un mortier et laissé refroidir. Broyé avec Cl H moy. conc. et dilué avec beaucoup d'eau. Filtré. Régénéré l'aniline du filtrat en alcalinisant. Traité le résidu solide dans un entonnoir à robinet par NaOH aq. 2. n. et de l'éther. Séché la solution étherée avec Cl_2Ca . Distillé l'éther, recristallisé le produit obtenu dans l'alcool. Aiguilles blanches f. 144°, point de fusion indiqué dans la littérature.

Di- α -naphtylbenzénylamidine : $C_6H_5C(=NC_{10}H_7)NHC_{10}H_7$.

Pas trouvée dans la littérature. Préparée comme la précédente. Ajouté à 11 g. d' α -naphtylamine finement pulvérisée 10 g. d'iminochlorure d' α -benznaphthalide en solution chloroformique. Chauffé au b.-m. puis distillé $CHCl_3$. Traité par Cl H dilué. Filtré. Solution alcalinisée avec CO_3Na_2 , il se précipite de la naphtylamine. Solide traité par NaOH aq. env. 2. n. et éther ordinaire dans un entonnoir à robinet. Séché la solution étherée sur Cl_2Ca . Distillé l'éther et recristallisé le produit dans l'alcool. Cristaux blanc verdâtre, cette coloration ne disparaissant pas en faisant bouillir la solution alcoolique avec du charbon animal. F. 160-161°.

Analyse élémentaire :

subst. pesée	CO_2	H_2O	% C	% H
0,1980	0,6303	0,0978	87,04	5,53
0,2021	0,6454	0,0966	87,12	5,35
	calculé pour $C_{27}H_{20}N_2$:		87,05	5,42

Dosage d'azote :

subst. pesée	Vol. d'N.	t.	b.	% N.
0,2034	12,20	19°	722,8	7,49
	calculé pour $C_{27}H_{20}N_2$:			7,53

Di-β-naphtylbenzénylamidine.

La seule indication que j'ai trouvée dans la littérature est celle donnée par L. Maschl. Ctr. Bl. 1886, 824 qui ayant préparé l'éthényl-β-dinaphtylamidine $C_2H_3C(NC_{10}H_7)NHC_{10}H_7$ par l'action de 6 mol. de β-naphtylamine, 3 mol. de chlorure d'acétyle et une mol. de $POCl_3$, chauffés en tube scellé, dit: la benzényle-β-dinaphtylamidine se forme d'une manière analogue au corps précédent et fond vers 154°.

J'ai préparé cette amidine en opérant dans les mêmes conditions que pour l'amidine précédente, soit en faisant agir sur 11 g. de β-naphtylamine finement pulvérisée 10 g. d'iminochlorure de β-benznaphtalide en solution chloroformique. Chauffé au b.-m. Distillé $CHCl_3$. Traité par ClH dil. Filtré. En alcalinisant la solution il se sépare de la naphtylamine. La base est mise en liberté du chlorhydrate ainsi obtenu de la même manière que pour le dérivé α. Cristallisé dans l'alcool, aiguilles blanches f. 154-155°.

Analyse élémentaire :

subst. pesée	CO_2	H_2O	% C	% H
0,2185	0,6951	0,1080	86,80	5,53
0,1854	0,5903	0,0894	86,85	5,40
Calculé pour $C_{27}H_{20}N_2$:			87,05	5,42

Azote d'après Dumas :

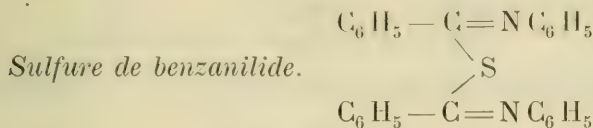
subst. pesée	cm^3 d' N.	t.	b.	% N.
0,1963	13,89	21°	722,9	7,61
calculé pour $C_{27}H_{20}N_2$:				7,53

Iminosulfures.

Sulfures d'anilides et de naphtalides.

Je pensais pouvoir obtenir les sulfures d'anilides et de naphtalides par l'action des chlorures sur les thioamides correspondantes comme c'est le cas pour les dithiobiurets ou les guanylthiurées. J'ai donc fait des essais dans ce sens; n'obtenant pas les résultats voulus, j'ai alors fait agir les iminochlorures sur les sels alcalins des thiamides. J'ai ainsi obtenu les iminosulfures cherchés et j'ai pu constater que l'acide chlorhydrique, même à froid et en quantité équimoléculaire, les décompose plus ou moins rapidement. Il n'est pas étonnant

dès lors que, par l'action des iminochlorures sur les thianides, action dans laquelle il se forme de l'acide chlorhydrique, nous n'ayons pas obtenu les corps cherchés.



I. Iminochlorure de benzanilide sur la thiobenzanilide, en quantité équimoléculaire :

1) En solution dans l'éther absolu saturé, abandonné à la température ord. pendant 4 jours. Donne une solution orange. Laisse évaporer à l'air, il reste une masse rouge-grenat qui devient peu à peu jaune. Recristallisé dans l'alcool, se trouve être un mélange d'anilide et de thioanilide.

2) En solution chloroformique¹ saturée (ces corps sont plus solubles dans CHCl_3 que dans l'éther). Plusieurs essais : abandonné pendant 4 et 8 jours, chauffé au b.-m. avec réfrigérant ascendant, laissé évaporer à l'air, évaporé dans dessiccateur à vide. Donne une masse rouge devenant peu à peu jaune. Recristallisée dans l'alcool ord., elle se trouve être un mélange d'anilide et de thioanilide. Une seule fois cependant j'ai obtenu un peu de l'iminosulfure en traitant tout de suite après évaporation le corps rouge par l'alcool à chaud. Une partie ne s'est pas dissoute ; recristallisée dans C_6H_6 , elle présenta le point de fusion de l'iminosulfure correspondant 211-212°.

II. Iminochlorure de benzanilide sur le sel de potassium de thiobenzanilide :

Ajouté l'iminochlorure de benzanilide en solution chloroformique, goutte à goutte, à une solution de thiobenzanilide dans la potasse alcoolique 1,7.n. Evaporé l'alcool et le chloroforme dans un dessiccateur à vide. Broyé avec de l'eau pour éliminer ClK , traité par l'alcool, une bonne partie reste insoluble. Cette partie se dissout par contre dans le benzène à chaud en laissant cristalliser à froid des prismes jaune intense f. 211-212°. En partant de 10 g. d'iminochlorure, obtenu 9 g. d'iminosulfure.

¹ Pour ces essais, le chloroforme du commerce avait été secoué avec de l'eau, séché sur du chlorure de calcium et distillé.

Dosage de S d'après Carius:

subst. pesée	S O ₄ Ba	% S
0,1959	0,1120	7,85
0,2010	0,1143	7,81
calculé pour C ₂₆ H ₂₀ N ₂ S: 8,17		

Détermination du poids moléculaire dans le benzène:

$$M = 100 \cdot K \frac{g}{\Delta G}$$

Substance employée g:	0,4531	0,4862
Benzène employé G:	16,563	16,563
Abaissment observé Δ:	0,352	0,381
Poids moléculaire déduit avec K = 50:	389	385
Poids moléculaire théorique pour C ₂₆ H ₂₀ N ₂ S:	392,3	

Jamieson, ainsi que Raffo et Rossi (*loc. cit.*) indiquent pour le corps obtenu par eux un point de fusion de 202-204°. Cette différence doit provenir de ce que nous avons un corps plus pur; en effet la benzoylthiobenzanilide que nous avons aussi préparée présente le même point de fusion que celui indiqué par Jamieson, la différence des points de fusion ne provient donc pas d'une différence d'indication des thermomètres.

Réactions du sulfure de benzanilide:

Cet iminosulfure est soluble dans SO₄ H₂ conc. avec coloration jaune-orange et reprécipité par l'eau sans modification. En chauffant cette solution elle devient plus foncée, puis se décolore, puis charbonne.

Un courant d'acide chlorhydrique sec dans une solution de ce corps dans l'éther absolu donne une solution orange; en continuant à faire passer l'acide chlorhydrique il y a décomposition. En reprenant par NaOH on obtient un mélange d'anilide et de thioanilide.

En ajoutant à 1,5 g. d'iminosulfure finement pulvérisé 2 cm³ d'une solution 2. n. d'acide chlorhydrique dans l'éther absolu, l'iminosulfure passe en solution avec coloration orange. Par évaporation de cette solution dans le vide, il reste une masse amorphe rouge. De ce corps pesé 0,4468 g. Traité par la potasse alcoolique titrée et neutralisé l'excès de potasse par ClH n/10. Employé 2,45 cm³ KOH n/1 et 14,45 cm³ ClH n/10. 10,05 cm³ de KOH ont été neutralisés par ClH lié à l'iminosulfure, soit 8,20 % ClH. Or, % ClH calculé pour C₂₆ H₂₀ N₂ S, ClH: 8,53.

Raffo et Rossi (*loc. cit.*) dans leur préparation de la thiodiacyldibenzanilide en chauffant la thiobenzanilide pendant plusieurs jours dans la pyridine.

Enfin j'ai abandonné pendant plusieurs jours une solution chloroformique de chlorhydrate de l'iminochlorure et de thioanilide à la température ord. En examinant le produit laissé par évaporation de la solution j'ai retrouvé après traitement par l'alcool l'anilide et la thioanilide.

Action de l'acide chlorhydrique sur cet iminosulfure :

A 1 g. de sulfure de p-diméthylaminobenzanilide finement pulvérisée, ajouté 4 cm³ d'une solution 2. n. de Cl H dans l'éther absolu et agité de temps en temps. Peu à peu la poudre devient légèrement plus claire. Au bout de 12 ou 24 h. filtré et lavé à l'éther. Cette poudre jaune clair est le chlorhydrate de l'iminosulfure avec 2 molécules de Cl H pour une d'iminosulfure.

A 0,5274 g. de cette substance ajouté 2,45 cm³ K O H alc. n. puis de l'eau, filtré et lavé. Le précipité a le point de fusion de l'iminosulfure 155-156°, il n'y a pas eu décomposition. Titré l'excès de K O H par Cl H n/10, employé 6,00 cm³. 18,50 cm³ ont donc été neutralisés par Cl H lié à l'iminosulfure, soit % Cl H déduit : 12,80.

Or $C_{30}H_{30}N_4S$, Cl H contient 7,08 % Cl H.

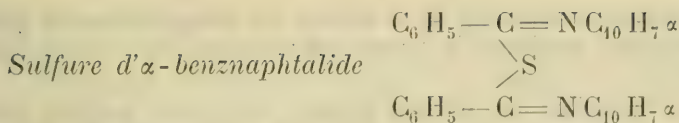
$C_{30}H_{30}N_4S$, 2 Cl H contient 13,23 % Cl H.

Par conséquent la substance jaune obtenue est le chlorhydrate de l'iminosulfure, contenant 2 molécules de Cl H pour une d'iminosulfure.

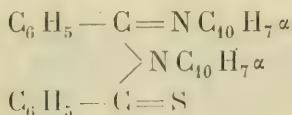
En faisant agir à froid ou à chaud un excès de Cl H en solution étherée sur l'iminosulfure, je n'ai obtenu que le même chlorhydrate.

Ce chlorhydrate est partiellement dissocié par l'eau ; il se dissout par contre dans l'eau additionnée d'un peu d'acide chlorhydrique. Il fond à env. 175-176° avec décomposition en donnant une substance rouge dont j'ai retiré un peu de thioanilide en la traitant par Na O H aq.

Dans l'ac. sulfurique concentré cet iminosulfure se dissout en donnant une solution jaune pâle. Il n'est pas précipité en ajoutant de l'eau, par contre en neutralisant la solution diluée avec Na O H, l'iminosulfure se précipite.



et thiobenzoyl-benzényl-α-dinaphtylamidine.



I. Iminochlorure d'α-benznaphtalide sur l'α-thiobenznaphtalide.

1) En solution dans CHCl_3 , en quantités équimoléculaires. (La thionaphtalide est très peu soluble dans l'éther.) Donne immédiatement une solution rouge. Evaporé tout de suite le dissolvant dans le vide ou abandonné pendant un ou deux jours, ou même chauffé au b.-m. avec réfrigérant ascendant 5 ou 6 h., puis évaporé le dissolvant dans le vide ou au b.-m.; il reste une masse jaune qui, recristallisée dans l'alcool ordinaire ou l'éther acétique, donne de la naphtalide et de la thionaphtalide.

2) Fondu ensemble en quantités équimoléculaires, en évitant l'humidité, dans un bain d'ac. sulfurique (f. 120-125°). Donne une masse rouge. Recristallisée immédiatement on obtient de la naphtalide et de la thionaphtalide; maintenu à cette température pendant 5 min., $\frac{1}{4}$ d'h., 1 h. ou à température plus élevée, repris par l'alcool ou le benzène. Donne dans tous ces cas un mélange de naphtalide et de thionaphtalide. N'agit donc pas dans ces conditions.

L'iminochlorure lui-même agit sur la pyridine et sur la quinoléine anhydres — en diluant avec de l'eau on n'obtient pas de naphtalide — de sorte qu'il est impossible d'examiner l'action de l'iminochlorure de benznaphtalide sur la thionaphtalide en présence de ces bases tertiaires qui auraient l'avantage d'éliminer l'ac. chlorhydrique au fur et à mesure de sa formation.

II. Iminochlorure d'α-benznaphtalide sur le sel de potassium de l'α-thiobenznaphtalide.

Laisse couler goutte à goutte une solution chloroformique de l'iminochlorure d'α-benznaphtalide dans une solution d'α-thiobenznaphtalide dans la potasse alcoolique double normale en agitant dans l'eau froide — il faut éviter toute élévation de température. — Filtré, dilué la solution filtrée avec un

volume égal d'alcool. Il se sépare un corps jaune en poudre cristalline, quelquefois seulement au bout d'un certain temps. Filtré.

a/ Solution. En diluant encore une petite portion par de l'alcool il ne se sépare rien. Distillé le dissolvant au b.-m. ou dans le vide. Il reste un mélange de naphthalide et de thionaphthalide.

b/ Précipité jaune cristallin, très peu soluble dans l'alcool chaud. Recristallisé dans l'éther acétique. En opérant rapidement, et en solution pas trop concentrée, il se sépare des cristaux jaunes; en chauffant la solution du corps jaune quelque temps et en concentrant, elle devient rouge-orange et il se sépare par refroidissement des cristaux rouge-grenat.

A partir de 10 g. d'iminochlorure et de 10 g. de thionaphthalide j'ai obtenu 3-4 g. de cette poudre jaune, le rendement est donc faible.

Le corps jaune fond à 130-131° en donnant un liquide rouge qui ne se reprend pas soit en laissant refroidir, soit en chauffant à une température plus élevée.

Le corps rouge fond à 156-157° sans décomposition.

a/ Corps jaune : Analyse élémentaire :

subst. pesée	C O ₂	H ₂ O	% C	% H
0,1574	0,4774	0,0695	82,74	4,94

Dosage du S d'après Carius :

	S O ₄ Ba	% S
0,1509	0,0713	6,49

N d'après Dumas :

	Vol. d'N	Temp.	b-e.	% N
0,1824	9,56 cm ³	18,5°	709,9	5,73

b/ Corps rouge : Analyse élémentaire :

subst. pesée	C O ₂	H ₂ O	% C	% H
0,1321	0,4000	0,0608	82,61	5,15

Dosage du S d'après Carius :

	S O ₄ Ba	% S
0,1708	0,0804	6,46

N d'après Dumas :

	Vol. d'N	Temp.	b-e.	% N
0,2143	11,18	21°	706,4	5,63

Calculé pour $C_{34}H_{24}N_2S$:

% C : 82,89 . % H : 4,91 . % N : 5,69 . % S : 6,51 .

La modification jaune se transformant dans la rouge par la chaleur, ces deux substances doivent donc être des isomères. Nous en avons déterminé le poids moléculaire par cryoscopie dans le benzène, poids moléculaire qui est simple pour les deux.

a/ Corps jaune :

Subst. employée, g :		0,3546	0,2447
Benzène employé, G :		16,991	16,991
Abaissement observé :		0,215	0,150
Poids moléculaire déduit pour $K = 50$:		485	480
» » théorique pour $C_{34}H_{24}N_2S$:		492,4	

b/ Corps rouge :

Subst. employée, g :		0,3268	0,3106
Benzène employé, G :		15,435	15,435
Abaissement observé :		0,218	0,209
Poids moléculaire déduit pour $K = 50$:		486	481
» » théorique pour $C_{34}H_{24}N_2S$:		492,4	

Le corps rouge est donc bien l'isomère du corps jaune. J'ai dit dans la partie théorique spéciale de ce travail comment il fallait envisager cette isomérisation.

Action des acides chlorhydrique et sulfurique sur ces corps.

La poudre du *corps jaune* traitée par une solution d'acide chlorhydrique dans l'éther absolu, de la même manière que pour le sulfure de benzanilide, donne aussi une solution rouge-orange qui évaporée donne un corps rouge. Ce corps contient une molécule d'ac. chlorhydrique pour une d'imino-sulfure. Ce corps rouge se décompose à l'air en naphtalide et thionaphtalide.

SO_4H_2 conc. donne avec ce corps une solution rouge. En ajoutant de l'eau il se précipite un corps jaunâtre qui se trouve être un mélange de naphtalide et de thionaphtalide.

A 0,5 g. de la poudre du *corps rouge*, ajouté une quantité équimoléculaire d'une solution double normale d'acide chlorhydrique dans l'éther absolu. Abandonné ce mélange en agi-

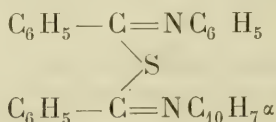
tant de temps en temps ; au bout de 10 min. déjà, la poudre rouge est remplacée par une poudre jaune ; cette poudre jaune reprise par l'alcool donne un mélange de naphthalide et de thionaphtalide.

Ce corps rouge se dissout dans $\text{SO}_4 \text{H}_2$ conc. avec coloration rouge ; en ajoutant de l'eau il se précipite un mélange de naphthalide et de thionaphtalide.

Enfin en recristallisant le corps rouge dans un mélange d'éther acétique et d'alcool, si nous maintenons la solution pendant un certain temps à ébullition, il se sépare par refroidissement de la thionaphtalide, l'iminosulfure étant décomposé.

Nous avons donc pu transformer le corps jaune dans son isomère rouge, mais la transposition inverse ne se produit pas.

Sulfure de benzanilide et d' α -benznaphthalide :



L'action de l'iminochlorure de benzanilide sur la thio- α -naphthalide elle-même, de même que celle de l'iminochlorure d' α -benznaphthalide sur la thiobenzanilide elle-même, n'ont rien donné.

Par contre en ajoutant dans les mêmes conditions que précédemment une solution chloroformique de l'iminochlorure de benzanilide à une solution de thiobenznaphthalide dans la potasse alcoolique ou une solution chloroformique de l'iminochlorure de benznaphthalide à une solution de thiobenzanilide dans la potasse alcoolique, j'ai obtenu, en opérant comme précédemment, un corps jaune, le même dans les deux cas, fondant à 176-177°.

Analyse élémentaire :

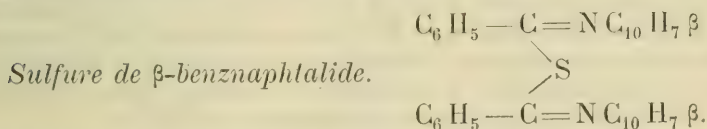
subst. pesée	CO_2	$\text{H}_2 \text{O}$	% C	% H
0,1260	0,3753	0,0558	81,26	4,96
0,1543	0,4609	0,0666	81,49	4,83
calculé pour $\text{C}_{30} \text{H}_{22} \text{N}_2 \text{S}$:			81,40	5,01

Dosage du S d'après Carius :

subst. pesée	$\text{SO}_4 \text{Ba}$	% S
0,1957	0,1061	7,45
0,1972	0,1040	7,24
calculé pour $\text{C}_{30} \text{H}_{22} \text{N}_2 \text{S}$:		7,25

L'acide chlorhydrique en solution éthérée double normale donne une solution rouge. Evaporée, elle laisse un corps rouge amorphe, qui est le chlorhydrate de l'iminosulfure avec une molécule d'acide chlorhydrique pour une d'iminosulfure. Cristallisé dans l'alcool, donne un mélange de thiobenzanilide et d' α -naphtalide; par l'action de l'acide chlorhydrique c'est donc le groupe ($=N C_6 H_5$) et non ($=N C_{10} H_7$) qui change de place avec le soufre.

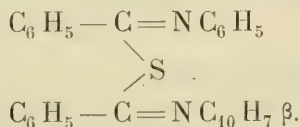
Avec $SO_4 H_2$ conc. cet iminosulfure donne une solution rouge foncé. En ajoutant de l'eau, précipité jaune dont j'ai retiré essentiellement de la thiobenzanilide.



J'ai fait un grand nombre d'essais pour chercher à préparer ce corps, en opérant comme pour les essais de préparation de l'isomère α , en variant encore davantage les conditions d'opération. Je ne suis pas arrivé à préparer ce corps, ni par l'action de l'iminochlorure de β -benznaphthalide en solution dans $CHCl_3$ ou dans CCl_4 , ni en fondant ensemble l'iminochlorure et la thionaphtalide, ni même par l'action de l'iminochlorure en solution dans le chloroforme ou le tétrachlorure de carbone sur le sel de potassium de la thio- β -benznaphthalide, soit en opérant en solution dans la potasse alcoolique normale, double normale, ou quatre fois normale, ou même sur le sel de potassium solide préparé par évaporation d'une solution de β -thiobenznaphtalide dans la potasse alcoolique.

Je ne sais à quoi attribuer cette différence d'action entre les dérivés α et les dérivés β . Peut-être faut-il y voir un empêchement stérique, ou simplement une plus grande instabilité de l'iminosulfure devant se former.

Sulfure de benzanilide et de β -benznaphthalide.



Je ne suis pas arrivé non plus à préparer ce corps, soit par l'action de l'iminochlorure naphtalique sur la thioanilide, ou sur son sel de potassium, soit par l'action de l'iminochlorure

de benzanilide sur la thiobenznaphtalide ou sur son sel de potassium, en variant les conditions d'action comme pour les iminosulfures précédents.

Action du chlorure de thiobenzoyle sur les amidines.

I. Chlorure de thiobenzoyle sur la diphénylbenzénylamidine.

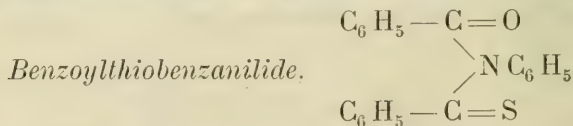
a) Opéré en chauffant. Ajouté 1 g. de chlorure de thiobenzoyle à une solution dans CHCl_3 de 2 g. de diphénylbenzénylamidine. Chauffé à l'ébullition, puis abandonné pendant 24 h. Chassé l'éther au b.-m. Il reste un produit blanc jaunâtre. Extrait avec de l'éther sur de la soude caustique aq. Une partie jaune ne se dissout pas. Cristallisé cette partie dans l'éther acétique, cristaux jaunes f. 211-212°. Le mélange avec le sulfure de benzanilide préparé précédemment f. 211-212°.

b) Opéré à froid. Ajouté 1 g. de chlorure de thiobenzoyle à 2 g. de diphénylbenzénylamidine en solution dans le tétrachlorure de carbone. Abandonné pendant 2 h. Evaporé CCl_4 dans le vide, masse grisâtre. Traité avec de la soude caustique aq. et extrait avec de l'éther. Reste un produit jaune. Cristallisé dans l'éther acétique, cristaux jaunes f. 211-212°. Mélange avec corps précédent f. 211-212°.

Dans ces deux opérations nous avons donc obtenu le même corps. C'est le sulfure de benzanilide identique à celui obtenu par l'action de l'iminochlorure de benzanilide sur le sel de potassium de la thiobenzanilide; il est jaune et doit donc avoir la constitution avec le soufre lié à deux atomes de carbone différents; il doit y avoir eu transposition comme nous l'indiquons dans la partie théorique de ce travail.

II. Action du chlorure de thiobenzoyle sur les amidines α - et β -dibenzénylnaphtyliques.

J'ai fait les mêmes essais avec ces deux amidines. Des produits de réaction je n'ai pu retirer que les amidines et des chlorures de soufre. Je n'ai pas obtenu d'iminosulfure.



J'ai préparé ce corps comme JAMIESON Am. soc. 26 177 (1906) par l'action du chlorure de benzoyle sur le sel de potassium de la thiobenzanilide.

Versé goutte à goutte une solution de 2,8 g. de chlorure de benzoyle dans 80 cm³ de chloroforme dans une solution de thiobenzanilide dans la potasse alcoolique 1,7 normale, en agitant dans l'eau à la température ordinaire. Donne une solution rouge. Filtré.

Il reste sur le filtre un précipité blanc de chlorure de potassium.

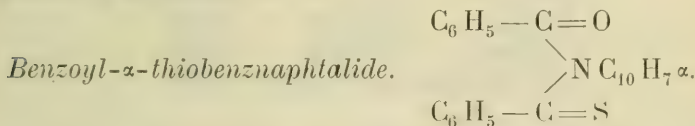
Solution. Ajouté de l'alcool: précipité rouge. Cristallisé dans l'éther acétique: prismes rouges. F. 108-109°.

Dosage du S d'après Carius:

subst. pesée	S O ₄ Ba	% S
0,2067	0,4479	9,83
0,2113	0,4542	10,02
calculé pour C ₂₀ H ₁₅ ONS:		10,10

L'acide chlorhydrique à froid décompose ce corps en thioanilide et anilide.

Dans l'acide sulfurique conc. ce corps se dissout en une solution jaune pâle qui, diluée avec de l'eau, donne un mélange d'anilide et de thioanilide.



I. Chlorure de benzoyle sur l' α -thiobenznaphtalide.

a) En chauffant. Ajouté à 2,5 g. d' α -thiobenznaphtalide, finement pulvérisée, 1,4 g. de chlorure de benzoyle. Abandonné pendant 24 h. La masse est restée jaune. Chauffée au bain d'acide sulfurique à 110°, la masse devient rougeâtre. Filtré, lavé à l'éther. Broyé la poudre avec NaOH aq. diluée, reste rougeâtre. Cristallisé dans l'éther acétique, cristaux jaunes d' α -thiobenznaphtalide. Le chlorure de benzoyle n'a pas agi dans ces conditions.

b) A froid. Opéré avec les mêmes quantités. Abandonné pendant 6 jours. Ajouté de l'éther absolu. Filtré. La poudre qui était restée jaune présente le même point de fusion que l' α -thiobenznaphtalide, de même que son mélange avec l' α -thiobenznaphtalide. N'a donc pas non plus réagi dans ces conditions.

II. Chlorure de benzoyle sur le sel de potassium de l' α -thiobenznaphtalide.

Versé une solution de 2,8 g. de chlorure de benzoyle dans 30 cm³ C H Cl₃, dans une solution de 5,2 g. d' α -thiobenznaphtalide dans la potasse alcoolique en agitant dans l'eau à la température ordinaire. Il se précipite un corps rouge-orange, la solution est rouge. Filtré. Solution: Ajouté de l'alcool. Formation de cristaux rouges f. 145-146°.

Précipité: Cristallisé dans l'éther acétique. Donne cristaux rouges f. 145-146°.

Analyse élémentaire:

subst. pesée	C O ₂	H ₂ O	% C	% H
0,2069	0,5943	0,0852	78,33	4,61
0,1986	0,5714	0,0809	78,49	4,56
calculé pour C ₂₄ H ₁₇ O N S:			78,44	4,66

Dosage du S d'après Carius:

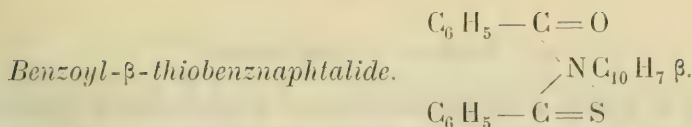
subst. pesée	S O ₄ Ba	% S
0,2124	0,1337	8,65
0,2005	0,1292	8,87
calculé pour C ₂₄ H ₁₇ O N S:		8,73

Action de l'acide chlorhydrique:

A 1 g. de cette benzoyl-thiobenznaphtalide ajouté 1,5 cm³ d'une solution double normale de Cl H dans l'éther absolu. Au bout d'un certain temps la poudre rouge devient jaune. Filtré, lavé à l'éther. f. 149-150°. Mélange avec l' α -thionaphtalide f. 149-150°. La solution a une forte odeur de chlorure de benzoyle. Le corps rouge a donc donné de la thionaphtalide et du chlorure de benzoyle sous l'influence de l'acide chlorhydrique.

La benzoyl- α -thiobenznaphtalide est aussi décomposée à froid par une solution de potasse alcoolique env. 2. n. en donnant de la thionaphtalide.

Avec S O₄ H₂ conc. donne une solution rouge qui diluée avec de l'eau donne essentiellement de la thionaphtalide.



Le chlorure de benzoyle n'agit pas non plus sur la β -thiobenznaphtalide, ni à chaud ni à froid.

Par contre en faisant agir le chlorure de benzoyle sur le sel de potassium de la β -thionaphtalide, de même que pour le dérivé α , j'ai obtenu un corps rouge-grenat fondant à 129-130° en un liquide rouge foncé.

Analyse élémentaire :

subst. pesée	CO ₂	H ₂ O	% C	% H
0,2102	0,6032	0,0853	78,29	4,54
0,1969	0,5638	0,0792	78,14	4,66
calculé pour C ₂₄ H ₁₇ ONS :			78,44	4,66

Dosage du S d'après Carius :

subst. pesée	SO ₄ Ba	% S
0,1967	0,1249	8,72
0,2134	0,1321	8,50
calculé pour C ₂₄ H ₁₇ ONS :		8,73

L'acide chlorhydrique à froid dans les mêmes conditions que pour le dérivé α , ainsi que la potasse alcoolique, décomposent ce corps en donnant essentiellement de la β -thiobenznaphtalide comme pour le dérivé α . L'acide sulfurique conc. dissout ce corps en une solution rouge qui diluée donne essentiellement de la β -thiobenznaphtalide.

Nous avons indiqué dans la partie théorique spéciale de notre travail comment nous envisageons la constitution de ces corps.

Résumé et conclusions.

Les quelques iminomonosulfures complètement substitués dérivant des thiamides des acides monobasiques que j'ai obtenus et étudiés, m'ont permis d'éclaircir la constitution des autres dérivés déjà connus de ce groupe d'immonosulfures.

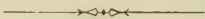
Par l'étude de ces substances, j'ai été amené à examiner les nombreux produits déjà étudiés de cette classe de corps. Ces corps, caractérisés par le phénomène de transposition ou d'isomérisie que permet le changement de place de l'atome de soufre, je les ai groupés sous le nom d'*iminomonosulfures*, en montrant qu'ils peuvent être classés en les faisant dériver des cinq classes principales de thiamides.

J'ai indiqué les lois déjà établies concernant la transposition de ces corps. Chez certains de ces dérivés, j'ai constaté que la transposition a lieu déjà à froid et très rapidement, un seul des isomères étant stable ; dans un cas seulement les deux isomères sont stables à la température ordinaire.

Par l'étude de l'action de l'acide chlorhydrique sur les immonosulfures, et par la comparaison de ce qui se passe dans les autres groupes de cette classe de corps, j'ai été amené à l'hypothèse que, lorsqu'il y a transposition sous l'influence de cet acide, celui-ci se fixe sur l'atome de soufre de l'immonosulfure. Il se forme ainsi des produits à caractère basique, caractère basique provoqué par la quadrivalence du soufre — composés sulfonium. — Le changement des valences ainsi produit provoquerait le changement de place des groupes dans la molécule.

Il resterait à interpréter le cas du monothiourazol, chez lequel la transposition de l'un des isomères dans l'autre a lieu sous l'influence d'un alcali ; il faudrait savoir en outre si la chaleur seule ne produit pas la transposition.

Enfin j'ai montré que les différences de coloration observées, aussi bien chez les immonosulfures étudiés que chez leurs sels, sont dûes à une différence de constitution. La relation entre la constitution et l'absorption de la lumière pourrait, me semble-t-il, être vérifiée chez les autres immonosulfures par l'étude des spectres d'absorption.



LA FAUNE PROFONDE DU LAC DE NEUCHÂTEL ¹

PAR

ALBERT MONARD, licencié ès sciences

Travail du laboratoire de zoologie de l'Université de Neuchâtel



INTRODUCTION

La faune profonde des lacs, dont la découverte est due à FOREL, offre maints problèmes de biologie générale et de géographie zoologique du plus haut intérêt, et son étude a passionné de nombreux savants. Quelques-uns de nos lacs, — le Léman, le lac des Quatre-Cantons, ceux de Brienz et de Thoune, de Lugano — ont été très étudiés à ce point de vue particulier par les FOREL, DUPLESSIS, ZSCHOKKE, VON HOFSTEN, FEHLMANN. Pour d'autres, il existe des données fragmentaires, éparses souvent dans de nombreux travaux spécialisés. C'est ainsi qu'une étude détaillée et générale de la faune profonde d'un lac subjurassien manquait à la science ; dans le but de combler cette regrettable lacune, nous avons entrepris cette étude dans le laboratoire de zoologie de l'Université de Neuchâtel, et nous la présentons dans ce présent travail.

Avant toute chose, nous nous sentons pressé de remplir ici un très agréable devoir en disant à M. le professeur FUHRMANN, dont la complaisance n'a d'égale que la haute science, toute notre gratitude pour les excellents conseils qu'il nous a prodigués et l'aide incessante qu'il nous a prêtée. Il s'est intéressé de très près à nos travaux, nous a fourni tous les renseignements possibles au sujet de la littérature, nous a communiqué le résultat de ses anciennes recherches

¹ Ce travail a obtenu le prix Léon DuPasquier 1919.

sur ce même sujet et nous a libéralement ouvert sa bibliothèque privée. Souvent même, il a tenu à nous accompagner sur le lac où ses conseils pratiques et son expérience nous ont été indispensables. Enfin, il a bien voulu se charger de la détermination toujours délicate des Turbellaires, et, grâce à la circonstance que tous ces vers ont été examinés vivants, la liste des Turbellaires profonds de notre lac a pris une ampleur telle qu'elle a dépassé de beaucoup nos prévisions.

La détermination de certains groupes, d'un abord difficile, a été confiée à des spécialistes éprouvés. M. le D^r PIGUET, de Neuchâtel, a déterminé le très abondant matériel d'Oligochètes, — M. le D^r STEINER, de Talwyl, a étudié les nombreux Nématodes soumis à son examen — M. le D^r WALTER, de Bâle, s'est chargé de toutes nos Hydracarines — M. PIAGET, de Neuchâtel, des Mollusques, et M. le D^r WEBER, assistant à Neuchâtel, des Hirudinées. En outre, M. DELACHAUX, de Neuchâtel, a bien voulu examiner quelques formes embarrassantes de Cladocères et d'Harpacticides, M. le D^r PENARD, de Genève, quelques Rhizopodes, et nous avons soumis à M. le D^r WEBER, de Genève, une Callidine dont il sera question plus loin .

A tous ces savants, dont la complaisance n'a jamais failli, nous adressons nos plus chaleureux remerciements. L'entraide généreuse, la bonne entente qui seules permettent les progrès de la science, n'ont pas été de vains mots pour eux. Pour notre part, nous avons déterminé bon nombre de Rhizopodes, les Infusoires, beaucoup de Nématodes, les Rotateurs, les Ostracodes, Phyllopodes, Copépodes, les larves d'insectes et les autres groupes secondaires (Bryozoaires, Gastrotriches, Hydrozoaires, Cestodes, Amphipodes, Tardigrades).

Enfin nous remercions encore les nombreux amis qui ont bien voulu nous accompagner sur le lac et prendre part à la besogne pénible des dragages.

Historique. — L'initiateur des recherches sur la faune profonde de nos lacs, faune dont l'existence n'était pas même soupçonnée, fut le naturaliste FOREL qui, en 1869, voulant étudier les rides de fond du Léman, y découvrit un Nématode. Dès ce jour, FOREL, aidé de DUPLESSIS, se voua plus particulièrement à l'étude de cette faune dont il publia les résultats dans ses « Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du Léman » (1874-1879), puis dans un mémoire paru en 1884, conjointement avec celui de DUPLESSIS, « La faune profonde des lacs suisses », enfin dans le volume troisième de sa grande monographie du Léman (1904). — Mais FOREL étendit ses recherches dans plusieurs de nos lacs et particulièrement dans celui de Neuchâtel où il signale en 1873 une quinzaine d'espèces imparfaitement déterminées d'ailleurs. En 1874, PH. DE ROUGEMONT effectue dans notre lac quelques dragages qui ne semblent pas lui avoir donné beaucoup de résultats.

Depuis lors, la faune, profonde et littorale, de notre lac n'a été étudiée qu'à l'occasion de recherches particulières sur tel ou tel groupe animal. Ainsi KAUFMANN sonde le lac dans le but d'en rechercher les Ostracodes (1896), — VOLZ en étudie les Turbellaires (1898-1901), — PENARD les Rhizopodes (1899-1908), — GODET les Protozoaires et les Mollusques (1900), — STINGELIN les Phyllopoques (1901), — PIGUET les Oligochètes (1906), — PIAGET (1912) les Mollusques, enfin HOFMÄNNER (1915) les Nématodes. D'autre part, on trouve dans des travaux généraux des données sur la faune profonde de notre lac : ainsi THIÉBAUD (1908-1911) recherche les Entomostracés et les Rotateurs, DELACHAUX les Cladocères et les Copépodes. Enfin, M. le professeur FUHRMANN étudie à fond, dans une longue série de recherches, publiées en partie seulement, la composition et les variations du plankton.

Le lac de Neuchâtel n'a donc pas manqué d'observateurs, et par comparaison avec d'autres lacs suisses (Lugano par exemple), pouvait passer pour fort bien connu au point de vue faunistique. Des travaux d'ensemble, tant sur la faune littorale que sur la faune profonde ou pélagique, manquaient toutefois à cette brillante série de recherches. M. le professeur FUHRMANN entreprit ces travaux : le plankton, on l'a vu, retint particulièrement son attention. Mais en 1901, 1902, 1908 et 1911 il effectua une trentaine de dragages qui lui ont fourni en tout une soixantaine d'espèces. Cependant,

poursuivi par d'autres préoccupations scientifiques, et dirigeant ses études favorites dans la direction bien connue où son nom s'est illustré, il ne poussa pas ces recherches jusqu'à un résultat définitif. Toutefois les données de ces études furent publiées, en partie du moins, dans le « Catalogue des Invertébrés de la Suisse », fascicules des Phyllopoies et des Copépodes par STINGELIN (1908) et THIÉBAUD (1915).

Au mois de mars 1917, M. le professeur FUHRMANN nous proposa de reprendre ses recherches et de terminer l'étude qu'il n'avait qu'ébauchée. C'est le résultat de dix-huit mois de travaux assidus que nous avons l'honneur de présenter dans cette publication.

Le travail suivant se divisera, tout naturellement, en quatre parties d'importance fort inégale d'ailleurs :

1° *Le lac*, sa situation géographique, ses conditions géologiques, physiques et chimiques, le limon.

2° *La technique*, les procédés de laboratoire, les dragages et leur classement.

3° *La faune*, les espèces envisagées une à une, par ordre systématique, leur répartition verticale et horizontale, leur fréquence.

4° *Les résultats généraux*, la critique des théories émises sur l'origine de la faune profonde, les facteurs qui régissent le peuplement des abysses de nos lacs, les conditions générales de l'envahissement d'un milieu donné par les populations voisines.

I. LE LAC

I. Description géographique.

Le lac de Neuchâtel, le plus grand des lacs exclusivement suisses, étend majestueusement sa nappe d'un bleu-vert dans le bord concave du Jura, à peu près en son milieu. Sa forme extrêmement simple ne permet aucune subdivision géographique ; c'est un vaste rectangle de 38 km. de longueur et de 8^{km},2 de largeur maximale, de 5^{km},7 de largeur moyenne. La rive sud-est, la plus uniforme, est presque rectiligne de l'embouchure de la Broye à Yvonand ; là elle se rapproche de la rive nord-ouest, rétrécissant ainsi le lac à 2^{km},5. La rive nord-ouest présente plusieurs saillants, ceux de la Raisse, de la pointe du Grain, de la pointe du Bied, et une baie, celle d'Auvernier. Ces côtes, d'architecture si simple, limitent une nappe de 215^{km}2,9 de superficie et de 88 km. de pourtour.

La rive sud-est s'est creusé, dans les molasses du Plateau, une falaise abrupte ; les débris accumulés forment une beine dont la largeur atteignait 1^{km},5 avant la correction des eaux du Jura. Une grande partie de ce blanc-fond s'est alors trouvée exondée et les flots ne baignent plus la falaise, qui s'est couverte de végétation et ne montre plus le spectacle d'autrefois (RITTER).

La rive nord-ouest, tantôt aquitaniennne ou urgonienne, présente aussi, surtout aux environs de Neuchâtel, des falaises bien développées et une beine, moins large toutefois que celle du sud ; l'Urgonien dont cette falaise est formée lui assure une stabilité et une durée plus grandes. Le delta de l'Areuse rompt l'uniformité de cette formation crétacique par un vaste triangle alluvionnaire récent.

Les rives sud-ouest et nord-est, les petits côtés du rectangle, reposent sur des plaines d'alluvions, encore marécageuses.

En résumé, la composition géologique des rives se présente ainsi (voir carte géologique de la Suisse, VII, XI, XII) :

Quaternaire récent et glaciaire	34 km.
Molasse rouge, aquitaniennne, burdigalienne,	37 km.
Urgonien	18 km.

Le fond. — A l'encontre de la plupart des lacs suisses qui, entre deux talus raides, montrent une plaine basse d'une grande uniformité, le lac de Neuchâtel possède un fond relativement accidenté. Sa plaine basse principale (153 m.), commençant dès Yverdon, est d'abord très étroite et longe la rive nord-ouest du lac ; à la hauteur d'Auvernier, elle s'épanouit largement, passant de 2 km. à 5 km. Un autre fond, plus élevé, d'une profondeur de 80 m. environ est parallèle à la plaine basse mais joute la côte sud-orientale ; il commence près d'Yvonand et cesse à la hauteur de la pointe du Bied ; c'est le *Plateau*. Entre ces deux éléments se dresse, devant Bevaix, Cortaillod et la pointe de l'Areuse, une colline submergée, la *Motte*, véritable île manquée, dont le sommet s'élève à 8 m. de la surface, à 145 m. du point le plus profond (153 m.). Cette colline s'affaisse brusquement au nord-est, si bien que vis-à-vis de Serrières aucune trace n'en demeure ; ses flancs nord-ouest (*Amblière*) sont fort abrupts.

Les pentes les plus accusées de la côte sont celles situées devant la pointe du Grain et la pointe du Bied ; sur 300 m. de distance horizontale, la profondeur augmente de 80 m. (27 %).

En résumé, selon SCHARDT, les eaux du lac baignent deux vallées parallèles, quoique inégales, celles de la Thièle et de la Mentue ; elles se rejoignent à la hauteur de Serrières et sont séparées par la Motte. On peut douter toutefois que la Mentue ait vraiment parcouru sa prétendue vallée ; le « Plateau » n'est point en effet séparé, à son origine, de la plaine basse par une crête, et l'examen des courbes de niveau montre que la Mentue devait se jeter dans la Thièle devant Yvonand. Il faudrait dès lors admettre que l'érosion glaciaire a profondément modifié les relations de ces deux vallées en effaçant complètement, sur une longue distance, la crête qui les séparait, ou conclure à d'autres formes topographiques préglaciaires. Or cet auteur nie que le lac soit dû à l'érosion glaciaire, il ne resterait donc que la seconde hypothèse.

Notons encore le fait que jamais, même si l'on admet les vues de DESOR et LAHARPE sur un ancien niveau du lac plus bas que l'actuel, la colline de la Motte n'a pu être en relations avec le rivage ; ce fait a une grande importance faunistique et nous y reviendrons.

Une autre caractéristique du lac, qui tient à la largeur des beines, à la présence d'une île submergée, au haut-fond de Saint-Blaise, est la faible proportion des parties les plus basses par rapport à celles de profondeur moyenne ou

minime. Des mesures faites d'après la méthode d'intégration d'ARCHIMÈDE nous ont donné les résultats suivants :

Surface du fond comprise entre	0 et 33 m.	71,47 km ²	soit le	33,1 0/0
»	» 33 — 63 m.	34,44 km ²	»	16,0 0/0
»	» 63 — 93 m.	38,68 km ²	»	17,9 0/0
»	» 93 — 123 m.	25,60 km ²	»	11,8 0/0
»	» 123 — 153 m.	45,70 km ²	»	21,2 0/0
Totaux :				215,89 km ² 100

Nous avons placé avec Forel à 25 ou 30 m. la limite de la surface explorée ; nous concluons donc que plus du tiers de la superficie du lac appartient à la zone littorale. Nous verrons plus tard l'importance de cette remarque pour expliquer la richesse de notre faune profonde.

En résumé, d'après DU PASQUIER (S.N.S.N. XXIII, p. 252), les éléments de grandeur du lac sont :

Superficie : 215,9 km ² .	Longueur : 37,75 km.
Volume : 14,2 km ³ .	Largeur maximale : 8 km.
Profondeur maximale : 153 m.	Largeur moyenne : 5,7 km.
Profondeur moyenne : 65 m.	Développement des côtes : 89 km.

Ses éléments topographiques sont :

Altitude :	cote de l'Atlas Siegfried : 432,43 m.
	cote de l'Etat de Neuchâtel : 429,62 m.
Latitude :	de 46° 47' Nord à 47° 1' Nord.
Longitude :	de 4° 18' Est à 4° 43' Est.

II. Origine et histoire du lac.

Le problème de l'origine des lacs suisses en général, du lac de Neuchâtel en particulier, a suscité de vives polémiques, prolongées pendant plus d'un demi-siècle. Nombreux sont les travaux parus à ce sujet, et nous devons entreprendre la tâche de les résumer ici. En effet, selon que nous admettrons une origine pré ou postglaciaire pour notre lac se poseront les problèmes des faunes préglaciaires ou ceux des émigrations postglaciaires dans le fond de nos lacs.

Déjà DESOR (1860) tente une classification des lacs en orographiques (de vallon, de combe ou de cluse) et lacs d'érosion. Une des rives du lac de Neuchâtel repose sur le Créta-

cique, l'autre sur la Mollasse ; ces faits le classeraient donc dans les lacs de combes, si le lac de Morat, d'origine manifestement semblable, n'infirmerait cette conclusion. Il faut donc admettre une érosion fluviale causée, dit-il, par les eaux chassées lors du soulèvement des Alpes et du Jura. Le lac de Neuchâtel est donc antérieur aux glaciations ; il a été comblé ensuite par les glaciers, puis, après la retraite de ceux-ci, s'est de nouveau reformé. Aucune allusion à des mouvements de terrain n'existe dans cette théorie ; l'on ne peut comprendre comment les rivières seules ont réussi à creuser des cuvettes au-dessous de leur niveau de base.

Puis RAMSAY¹, se basant sur l'étude des Lochs écossais, attribue l'origine de nos lacs à l'unique creusement glaciaire. Mais cette théorie est immédiatement et violemment combattue par les géologues suisses, tels que STUDER (1864) et A. FAVRE (1865) qui créent une nouvelle théorie et imputent la formation de nos lacs à « une conséquence directe de la formation des montagnes » et « aux mouvements du sol ».

Tandis qu'en Angleterre, la géniale conception de RAMSAY conduisait aux travaux de TYNDALL et des GEIKIE, les géologues suisses, sous l'impulsion de HEIM, renoncent complètement à expliquer par l'érosion glaciaire l'origine de nos lacs. HEIM (1892) constate que tous les lacs présentent des traces d'érosion qui peuvent fort bien n'être que postglaciaires — et qu'ils sont situés dans les vallées. Or celles-ci ne présentant pas normalement de contre-pente, il faut nécessairement admettre ou un relèvement à l'aval ou un abaissement à l'amont. Le grand nombre de nos lacs, leur disposition en ceinture, rend la première hypothèse improbable. Un affaissement général des Alpes, prouvé par les contre-pentes des terrasses d'érosion, explique la formation de tous nos lacs ; il coïnciderait avec la première interglaciation.

C'est cette théorie, modifiée, que SCHARDT professe (1897-1898). La formation des cuvettes lacustres est due « au même affaissement qui a suivi l'avancement de la nappe de recouvrement des Préalpes sur le Plateau suisse ». Le tassement général de HEIM ne peut s'appliquer au Jura, car les lacs n'existent que sur son bord interne. Les lacs subjurassiens (Bienne, Neuchâtel, Morat, Petit-lac) sont compris entre l'axe du pli monoclinale du lac de Thoune et le prolongement de la vallée de l'Arve, district où les nappes préalpines existent. Elles ont donc causé un affaissement et « on est involontai-

¹ *Quart Journal of the Geol. Soc.* XVIII, 1862.

rement conduit à attribuer la formation de ces nappes d'eau à cet affaissement ». — Les deux vallées du lac de Neuchâtel se continuent dans celui de Bienne ; la Motte, l'île de Saint-Pierre et Jolimont sont de même formation.

Plus tard (1905), la découverte d'une colline molassique à Marin et Wavre ne permet plus à SCHARDT d'homologuer les vallées des lacs de Neuchâtel et de Bienne. Cette colline se fut opposée au cours de la Thièle ; celle-ci a donc dû tourner à l'Est par Anet où elle rejoignait celle de la Broye. Les deux vallées du lac de Bienne agissaient de même et leur émissaire unique s'écoulait par Nidau entre le Jensberg et le Buttenberg, dans la Broye ou l'Aar. Les sillons des trois lacs subjurassiens sont dus à l'érosion fluviale préglaciaire ; l'affaissement causé par les nappes préalpines renverse les pentes des vallées et provoque la formation du lac de Soleure, dans la première interglaciation.

RITTER a aussi présenté une théorie du lac, qui procède du reste de celle de DESOR (1889). Pendant le Pliocène, le Plateau suisse s'est soulevé et les excavations lacustres furent formées par l'action érosive des courants d'eau ; la cause exacte de ces cuvettes, un barrage aval ou un affaissement amont, n'est pas indiquée. Les lacs du Jura sont donc « non seulement des lacs orographiques, mais surtout des lacs d'érosion et même quelque peu des lacs de barrage ».

L'école américaine, dirigée par DAVIS, est enfin revenue aux idées de RAMSAY. — PENCK et BRÜCKNER, adaptant à notre pays les théories du surcreusement glaciaire, s'expriment ainsi : « So stellen sich uns Bieler, Neuenburger und Murtener See als Wannen da, die zwar in dem durch Glazialerosion gebildeten nordöstlichen Zungenbecken des Rhonegletschers liegen, gleichwohl aber in ihrer heutigen Form durch Akkumulation bedingt sind. »

Cette théorie glaciaire, si simple, s'oppose admirablement à celle de SCHARDT obligé, pour maintenir la sienne, à une double hypothèse sur le cours des émissaires. La forme de nos lacs, leur position régulière sur le cours de presque chaque langue glaciaire, leur répartition coïncidant exactement aux plus grandes extensions des glaciers, leur profondeur diminuant à mesure que l'on s'éloigne du centre d'irradiation des glaciers, l'absence de fjords dans les vallées, conséquence inévitable de tout affaissement, tout concourt à étayer et rendre certaine cette belle et simple théorie qui a rallié la plupart des géologues modernes. A son appui, nous tenons à faire remarquer ce qui suit :

1° GUYOT, DESOR et SCHARDT parlent couramment de deux vallées dans le lac, celles de la Thièle et de la Mentue. Nous avons montré plus haut que l'observation des isohypses infirme cette proposition. Si le lac était dû à un affaissement, ses rapports topographiques se seraient maintenus ; l'action du glacier, supprimant partiellement la crête séparant les deux vallées, explique au contraire fort bien la forme du fond.

2° Le lac obéit à la loi de la diminution graduelle des profondeurs que nous avons développée dans ce bulletin (1918, p. 96). C'est encore une preuve de plus de son origine glaciaire.

3° Aucune terrasse déformée, aucun fjord dans les vallées affluentes ne permettent de conclure à un affaissement. Celui-ci, effectué dans les couches superficielles, aurait provoqué la présence de lignes de failles sur la rive ouest ; aucune n'a été constatée jusqu'ici.

4° Les Préalpes médianes ne sont pas restreintes au district Aar-Arve ; elles ont laissé des lambeaux plus au sud et plus à l'est ; l'affaissement se serait étendu sur tout leur périmètre.

5° Le Jura présente, entre la région neuchâteloise et la région bernoise, un décrochement significatif vers l'ouest ; l'anticlinal de Chaumont, repoussé dans cette direction, laisse à sa droite le plateau de Lignièrès ; celui de la Tourne, repoussé aussi, permet l'élargissement du Val-de-Ruz ; la vallée des Ponts, rompue aux Convers, se continue par le vallon de Saint-Imier ; une grande faille transversale, des Convers à la Ferrière, marque encore ce décrochement. Les vallées du Plateau marquent le même phénomène, d'une manière atténuée, il est vrai. Or c'est justement à cet endroit que SCHARDT place un coude à l'est de la Thièle.

6° L'avancée d'une chaîne suppose toujours : en avant la compression, en arrière l'étirement des couches. Or c'est dans la région neuchâteloise que le Jura a subi le déplacement maximal et que l'étirement dans sa concavité a dû être le plus grand. Les couches amincies ont dû offrir à l'érosion glaciaire un minimum de résistance. Peut-être aussi la surcharge des 900 m. de glace a-t-elle amené un tassement des couches et contribué à la formation de la cuvette.

Nous admettons donc que le lac de Neuchâtel est dû à l'érosion glaciaire ; le problème d'une faune profonde préglaciaire est donc éliminé de lui-même.

Niveaux anciens du lac. — A. FAVRE (1883), de l'étude des moraines et des terrasses de Soleure, a déduit que les moraines extrêmes du Würm ont fonctionné comme barrage ; un immense lac s'étendait donc de Soleure au Mormont, ayant comme rivage la courbe de niveau 453 m. SCHARDT a donné une carte de ce lac de Soleure (1905) ; embelli de nombreuses îles (Jolimont, Saint-Pierre, Brüttelenberg, Jensberg, Büttenberg) de la belle presqu'île du Vully, ce lac devait être fort pittoresque. Mais le sciage par l'Aar des moraines frontales a abaissé le niveau à 433 m., et les alluvions de cette rivière ont disjoint ce grand lac et l'ont séparé en trois bassins.

Mais d'autres observateurs ont établi aussi que le niveau du lac a dû être inférieur au niveau actuel. PH. DELAHARPE (1858), de l'étude d'une couche de tourbe près d'Yverdon, admet un niveau inférieur de 7 m. à l'actuel. Plus prudent, DESOR (1870) n'estime cette différence qu'à 1 m. ; il se base sur des observations archéologiques — forme des ténévières, situation des stations de l'âge du bronze, présence à Saint-Jean d'objets recouverts d'alluvion lacustre — et sur la présence de tourbe sous-lacustre à Préfargier. RITTER dit au contraire que le niveau actuel est le plus bas qui ait jamais existé. SCHARDT admet que depuis les temps historiques le niveau des lacs a tendu à la hausse jusqu'en 1888. Les faits observés par DELAHARPE et DESOR sont fort probants et l'on peut admettre les conclusions de ces auteurs.

Enfin, notons encore qu'à la correction des eaux du Jura, en 1888, le niveau du lac a baissé de 2^m,8.

III. Régime hydrographique.

La correction des eaux du Jura a complètement bouleversé le régime du lac. Tandis qu'auparavant les trois lacs subjurassiens étaient toujours répartis par ordre d'altitude, que les variations de leurs niveaux, à cause de l'insuffisance de leurs liaisons, étaient fort indépendantes, il n'en est plus de même aujourd'hui. L'affluent le plus considérable et le plus variable (Aar) se jette dans le lac de Bienne ; le niveau de celui-ci peut donc surpasser celui de Neuchâtel. Alors les eaux refluent dans ce dernier et parfois même dans celui de Morat. Le régime, autrefois franchement jurassien avec hautes eaux régulières, est devenu mixte avec hautes eaux en

juillet. L'amplitude des variations a aussi augmenté ; d'après COLLET (*Le Globe*, LV, p. 27), elle a passé de 2^m,65 à 2^m,78.

Les observations de DU PASQUIER (1891-1895) et de DE PERROT (1895-1913) montrent que le niveau le plus élevé depuis 1888 a été de 434^m,24 le 15 juillet 1910 et le plus bas de 431^m,47 le 1^{er} mars 1891. L'élévation maximale en 24 heures a été de 28 cm. — Pendant la période 1895-1913, le niveau du lac de Bienne a surmonté 155 fois en 608 jours celui du lac de Neuchâtel.

Les hautes eaux de 1910 marquent bien la dépendance hydrologique des trois bassins. Le lac de Bienne, le 8 juillet 1910, enflé par l'Aar, monte de 1^m,94 au-dessus de son niveau moyen. Puis le lac de Neuchâtel, par refluxement et apport de ses affluents, monte 7 jours plus tard à son maximum, soit 1^m,84 au-dessus de son niveau moyen. Enfin le lac de Morat, 4 jours plus tard, atteint à son tour sa hauteur maximale, soit 1^m,89 au-dessus de son niveau normal.

Seiches. — Étudiées par DU PASQUIER et SARASIN, elles sont d'observation difficile à cause de leur irrégularité et de leur faible amplitude. DU PASQUIER constate la présence de deux systèmes de seiches, les uninodales de 40 à 50 minutes de période, et les binodales de 20 à 25 minutes. Elles sont fort irrégulières à cause de la forme compliquée du fond et l'étendue des beines ; leur amplitude est faible, la maximale observée étant de 11 cm.

Courants. — Outre le grand courant général sud-ouest à nord-est, il semble exister des courants profonds assez intenses, malheureusement non encore étudiés. Depuis 1888, il peut arriver que les eaux refluent du lac de Bienne. Un courant contraire au précédent se manifeste alors ; les eaux plus froides de ce lac s'enfoncent d'abord pour reparaître ensuite à Auvernier (DE PERROT, 1913). GUILLAUME et HIRSCH (1882) ont observé un courant rétrograde au large de Monruz à 500 m. du bord, étalant à cet endroit les « fontaines » et « taches d'huile » en bandes parallèles. En 1880, lors de la congélation du lac, une voie d'eau persistante existait en cet endroit et a provoqué la mort de quelques patineurs imprudents.

Affluents. — Les principaux affluents du lac sont : la Thièle et ses décharges, le Mujon, le Bey, la Brinaz, le Grand-sonnet, l'Arnon, le Bied de Concise, la Lance, la Tannaz,

l'Areuse, la Serrières, le Seyon, la Goulette, la Broye, la Mentue. Son émissaire est la Thièle. Des sources souterraines, telles que celles de la Diaz, de la Raisse, de Monruz, de Saint-Aubin s'y jettent encore, de sorte que le nombre total des affluents ascende à une cinquantaine.

IV. Conditions physiques et chimiques.

Fort bien étudiées par FOREL, dans le Léman, elles sont assez uniformes dans tous les lacs suisses. Il est toutefois bon de les rappeler ici.

1. *Pression*. — Elle s'accroît de une atmosphère par 10 m. de profondeur et atteint ainsi au point le plus bas du lac une valeur de $15+1=16$ atmosphères.

2. *Température*. — Les observations thermométriques jouent un grand rôle dans la limnologie ; elles ont été effectuées dans notre lac par FOREL, LADAME, WEBER. — M. le prof. FUHRMANN a fait, à l'occasion de recherches sur le plankton, une importante série de mesures que nous résumons ici :

Profondeurs mètres	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Temp. max. observée	25°	18,5°	17,8°	13,7°	13,5°	9°	6,5°	6,1°	6,7°	5,8°	5,5°	6°
Temp. min. observée	3,6°	3,1°	3,1°	3,1°	3,1°	3,1°	3,1°	3,2°	3,2°	3,3°	3,3°	3,3°

La température de la surface est donc très variable et peut même descendre plus bas que 0° dans le cas de gel (1880). A mesure que l'on descend, le chiffre minimum tend à monter jusqu'à 4° où il s'arrête ; le chiffre maximal descend au contraire et tend vers cette température, sans l'atteindre toutefois. A 100 m., la variation annuelle est encore de 2°. A 30 m., où nous faisons commencer la zone profonde, cette variation atteint annuellement 9°,5, ce qui est encore considérable.

Ces caractères thermiques du lac lui assignent, dans la classification de FOREL, le rang de lac tempéré de grande profondeur. Le Léman, dans cette même classification, appartient aux lacs tropicaux.

3. *Couleur.* — FOREL a établi (*Léman* II, p. 464) une gamme de teintes pour apprécier d'une manière uniforme la couleur des lacs. Celle des eaux du lac de Neuchâtel se place entre les degrés VI et VII de cette échelle. La couleur verdâtre des eaux est attribuée par FOREL à des matières brunes organiques provenant de marais. Le lac de Neuchâtel est en effet bordé, au nord-est, par des marais étendus, tourbeux, dont l'action sur la couleur des eaux a pu produire des changements considérables de teinte.

4. *Transparence.* — M. FUHRMANN l'a mesurée maintes fois en se servant du filet de plankton. Comme on pouvait s'y attendre, elle s'est montrée moins grande que dans le Léman. C'est un fait bien connu d'ailleurs que les lacs verdâtres sont moins transparents que les bleus. Les deux mesures extrêmes observées dans notre lac furent 2^m,5 et 11^m,5 aux mois de juillet et de février. — Pour tout ce qui a rapport à la pénétration de la lumière dans l'eau, nous renvoyons à l'ouvrage de FOREL : *Le Léman* II, pp. 408-443.

5. *Composition chimique de l'eau.* — F. CONNE, en 1903, effectua une série d'analyses chimiques de l'eau du lac, prélevée à des profondeurs de 25 et 30 m. Nous les donnons ici :

	18 III 1903 25 m.	10 IV 1903 25 m.	10 IV 1903 30 m.
Résidu d'évaporation . .	160 millig.	160 millig.	160 millig.
Résidu de calcination . .	150	150	150
Matière organique oxydable .	25	20	15
Azotates	< 1	< 1	< 1
Azotites	0	0	0
Ammoniaque	0,01	0,02	0,02
Ammoniaque albuminoïde .	0,07	0,12	0,12
Sulfates	Peu	Peu	Peu
Chlorures	2	2	2
Nombre de microbes par cm ³	5 à 6	18	21 à 22

Les eaux du lac de Neuchâtel sont donc beaucoup moins calcaires que celles du Léman ; les affluents du lac proviennent pourtant de contrées où les calcaires forment la majeure partie des couches. Il faut donc admettre une précipitation chimique du carbonate de calcium, précipité que l'examen microscopique du limon permet d'apercevoir facilement. Les myriades de Mollusques qui peuplent son fond et ses rives, les Limnées, Bithynies, Pisidies, Planorbes, etc., en fixent aussi une partie importante.

V. Limon.

Le milieu où vivent les innombrables individus des nombreuses espèces de la faune profonde offre un intérêt tout spécial et mérite à lui seul une étude particulière. Dans le Léman, FOREL constate une grande uniformité dans la nature de la vase (*Léman* I, p. 116) ; d'après la proportion soluble dans l'acide chlorhydrique, il distingue cependant 5 groupes, ceux du Rhône, des talus latéraux du grand lac, du Petit-lac, de la région littorale, de la plaine centrale. Dans le Ceresio, FEHLMANN distingue 6 formations sédimentaires différentes dont il faut chercher l'origine dans les conditions géologiques très diverses des bassins d'alimentation des affluents. EKMANN, dans le Vetter, s'est livré à une étude attentive des dépôts actuels ; il en distingue 6 variétés qui sont : pierre, sable, sable et argile, sable sur argile, argile, gyttja (détritux végétaux, animaux et débris chitineux).

Le limon du lac de Neuchâtel, quoique plus uniforme que celui du Ceresio ou du Vetter à cause des conditions géologiques de ses environs, présente toutefois des variétés assez tranchées. D'ordinaire, dans les grands fonds du lac, c'est une vase impalpable, blanchâtre entremêlée de veines argileuses bleuâtres. Si, après l'avoir remuée, on la laisse déposer dans un cristallisoir, elle se sépare en deux couches : l'inférieure, très épaisse, contient l'argile et les débris de roches ; la supérieure, épaisse de 1 ou 2 mm., est composée de fins éléments amorphes, blancs, formés surtout de carbonate de calcium précipité chimiquement (craie lacustre). Desséché, le limon rappelle d'une façon singulière la molasse grise lacustre des environs de Boudry ; les débris de cette molasse, ceux des roches crétacées et jurassiques du Jura, constituent en effet ce limon ; or la molasse ayant cette même origine, cette similitude n'a donc rien de surprenant. Calcinée, la vase laisse un résidu grisâtre, non cohérent, friable.

Mais en d'autres régions, le caractère du limon change notablement ; sur la rive droite, dans la région semi-profonde, il se présente sous la forme d'un sable molassique grossier, à grains multicolores, surmonté après repos d'une couche plus fine sillonnée en tous sens par les tubes d'Annélides et de Chironomides. Enfin le même voile de calcaire précipité se fait encore voir au-dessus. Le limon de la Motte ressemble fort à celui de ce type ; il en diffère par une plus forte pro-

portion de matériel grossier et par la présence de cailloux alpins plus ou moins corrodés. Dans le cône de l'Areuse, la même proportion de sable grossier existe, ce qui s'explique par l'allure torrentueuse de cette rivière ; de très abondants débris végétaux le caractérisent encore. Ces débris végétaux de toute espèce permettent le développement d'une faune très spéciale, rappelant celle des étangs, et remarquable par la présence de larves d'insectes, de Chironomus, de Mollusques herbivores, d'Hydracarinae, d'Entomostracés et de sangsues. FEHLMANN, qui a exploré le cône du Cassarate, l'indique comme particulièrement stérile. Ceux que nous avons explorés (Areuse, Serrières, Seyon) ont toujours montré, au contraire, une faune très riche en individus et en espèces, d'un caractère très différent de celui de la faune profonde pure.

La composition chimique du limon est bien différente dans chacun des lacs suisses. Celui de notre lac, traité à l'acide chlorhydrique, fait fortement effervescence. Le résidu a changé totalement de caractère : il est brunâtre ou gris foncé ; le microscope y découvre, à côté des nombreuses Difflogies et Diatomées, des flocons d'argile et des grains cristallins de quartz, mica, feldspath, etc. — Un échantillon de vase, puisée à 95 m., à 1 km. du rivage a accusé, après traitement à l'acide chlorhydrique, une diminution de poids de 10 g. — $3^{\text{g}},39 = 6^{\text{g}},61$; le limon contient donc à peu près les $\frac{2}{3}$ de son poids de substances solubles dans ClH. Le résidu laissé par l'acide perd encore par calcination en vase ouvert le 12 % de son poids, correspondant à sa teneur en eau, et en substances organiques. Le produit de calcination est une poudre fine, rougeâtre, où les diatomées se voient encore au microscope.

D'après les analyses de DURAND CLAYE, la proportion des matières insolubles dans HCl atteint, au Léman, jusqu'à 75,35 %, avec des différences fort notables d'ailleurs, provenant de la variété des alluvions amenés par les courants. Ces différences sont beaucoup moins sensibles dans notre lac. La plus forte proportion de matières insolubles dans le Léman (75 % contre 33 %) s'explique par l'absence de calcaire précipité chimiquement dans ce lac ; ce phénomène est en corrélation avec la teneur en calcaire des eaux des deux lacs.

RISLER et WALTHER ont analysé chimiquement le limon de notre lac ; ils ont obtenu pour la partie soluble des chiffres voisins des miens. Voici du reste leur analyse :

Fer (oxyde), 2,11.	Potasse et soude, traces.
Alumine, 0,68.	Ac. carbonique, 29,46.
Ac. phosphorique, traces.	Ac. sulfurique, traces.
Chaux, 34,28.	Silicates et silice, 29,17.
Magnésie, 1,13.	Matières organiques, 3,17.

Le limon du lac de Neuchâtel appartient donc au type marneux calcaire de FOREL, à faciès tantôt sableux (Motte, rive droite), tantôt vaseux et sableux (cône de l'Areuse), mais plus fréquemment limoneux (plaine basse).

Les débris organiques sont fort nombreux et variés dans la région littorale ; ils diminuent, au moins les végétaux, à mesure que l'on s'éloigne du rivage. Ce sont surtout des tiges de *Juncus*, de *Phragmites*, des feuilles de *Fagus*, *Salix*, *Populus*, *Acer*, *Potamogeton*, des touffes d'*Hypnum*, des fragments de bois, des fruits de *Tilia*, etc., etc. Sur la Motte, nous avons trouvé de très nombreux œufs de *Chara* ; à l'embouchure du Seyon s'accumulent des copeaux et de la sciure de bois provenant des scieries du cours moyen de ce ruisseau. Partout on trouve du pollen de Conifères en train de se fossiliser ; nous avons montré ailleurs¹ les conditions de cette fossilisation.

Les débris, animaux, moins apparents, abondent cependant dans toute la surface. Ce sont surtout des valves de *Candona* et autres Ostracodes, de Phyllopoques, des éphippies de Daphnies présentes pendant toute l'année, des têtes de Chironomides, de Bosmines, des coques d'œufs, des coquilles de Pisidies. Plus rarement on trouve des ailes, des pattes, des cornées d'insectes, etc.

La vase contient encore, outre ces débris reconnaissables, des matières organiques diffuses dont l'importance est considérable. Ce sont elles, en effet, qui rendent la vie possible aux Oligochètes, Chironomides et autres animaux limivores. RISLER, dans l'analyse citée, l'évalue à 3,17 %. Nous avons cherché à déterminer rapidement cette teneur en matières organiques et nous avons opéré par la méthode classique du permanganate de potassium : 2 dg. de vase criblée et desséchée sont traités par 50 cm³ de SO₄ H₂, ¹/₄, et on laisse bouillir avec 100 cm³ d'eau pendant 5 minutes. Puis on ajoute 20 cm³ de MnO₄K, $\frac{N}{50}$ et on fait bouillir pendant 5 minutes ; la couleur doit persister. On ajoute encore 10 cm³ d'acide oxa-

¹ Rameau de sapin, juillet 1918.

lique $\frac{N}{100}$ et l'on titre avec la même solution de permanganate jusqu'à apparition de la couleur rose. — Quatre échantillons ont donné les résultats suivants :

Ech. 1 (34 m.), 5,33 %.	Ech. 3 (112 m.), 3,73 %.
Ech. 2 (53 m.), 3,67 %.	Ech. 4 (122 m.), 3,86 %.

La teneur en matières organiques paraît donc varier d'un endroit à un autre.

Des êtres vivants font intégralement partie du limon ; les Difflogies et autres Rhizopodes testacés sont fort nombreux : leur étude, faisant partie du cadre de ce travail, viendra en son temps. Parfois on trouve, surtout dans la région semi-profonde, des filaments d'Algues vertes (*Spirogyra*), des colonies de *Chroococcum* et autres *Protococcacées*. Un dragage effectué sur le delta de l'Areuse contenait quelques beaux exemplaires de *Closterium*, précipités dans les profondeurs par le courant. Mais les *Diatomées* jouent un rôle beaucoup plus important dans l'économie des profondeurs ; fort nombreuses et variées, elles mériteraient une étude poursuivie et méthodique. FOREL (*Léman*, III, p. 238) signale 56 espèces de *Diatomées* dans la flore profonde du lac ; mais il croit que « c'est au hasard du transport d'individus des diverses espèces de la flore littorale qu'est due la présence de ces *Diatomées* dans le fond du lac ». PENARD (1899) est d'avis, au contraire, qu'un certain nombre de ces algues fréquentent normalement le fond de nos lacs, surtout les zones semi-profondes, et constituent la nourriture des Rhizopodes. Il cite *Surirella norica*, *S. biseriata*, *Nitzschia sigmoidea*, *Pinnularia nobilis*. FEHLMANN pense, avec FOREL, que la présence des *Diatomées* dans la profondeur est tout accidentelle (p. 9). — Nos *Diatomées*, présentes partout et en très grand nombre, très variées surtout dans le cône de l'Areuse, appartiennent aux genres *Cymatopleura*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Synedra*, *Diatoma*, *Nitzschia*, *Surirella*, *Cymbella*, *Epithemia*, *Pleurosigma*, *Meridion*, *Cocconeum*. Parmi elles, les unes proviennent du plankton¹. Ce sont : *Cyclotella Bodanica*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella gracillima*, *Tabellaria flocculosa*, *Stephanodiscus astraea*, *Cymatopleura elliptica*, *Melosira orichalcea*, *Rhizosolenia longiseta*. Toutes peuvent se trouver à l'état fossile dans la vase du fond : cependant *Cymatopleura*

¹ CHODAT. Remarques sur la flore superficielle des lacs suisses et français. *Bull. de l'herbier Boissier*. Tome V n° 5, 1897.

elliptica et *Melosira orichalcea* sont particulièrement abondantes. La première est citée aussi par FEHLMANN comme très fréquente dans une série de ses dragages.

Mais, à côté de ces Diatomées pélagiques précipitées, il existe certainement une riche flore bacillaire propre à la profondeur. Quelques espèces sont erratiques, mais d'autres (*Cymatopleura solea*) se sont sûrement acclimatées à la profondeur, ce que prouvent les innombrables exemplaires vivants récoltés partout. Une lamelle de verre, reposant pendant quelques heures à la surface de la vase dans un cristalliseur, en ramène toujours de nombreux exemplaires. Leur présence n'a rien d'extraordinaire ; les algues brunes descendent dans la mer à des profondeurs supérieures à celles des Chlorophycées ; à 120 m. dans nos lacs, les Diatomées doivent trouver encore assez de radiations pour leur assimilation chlorophyllienne.

Lorsque la drague remonte, on aperçoit parfois à la surface du limon une pellicule brunâtre qui est le *feutre organique* de FOREL, formé de filaments organiques enchevêtrés et de Diatomées. D'autres fois, après quelques jours de repos dans les cristalliseurs, le même feutre apparaît et envahit souvent les parois du vase, tandis que la surface de l'eau se couvre d'un voile de bactéries. Ce feutre s'est montré particulièrement épais et vivace, de couleur tantôt grise, tantôt brune, dans quelques dragages faits au cône de l'Areuse ; il submergeait les débris végétaux d'un manteau continu, aussitôt reformé après rupture. Par contre le limon des grands fonds ne présentait souvent, au bout de quinze jours, que des places brunâtres dues aux Diatomées, sans trace de filaments cryptogamiques. La formation de ce feutre, comme l'a constaté aussi FOREL, est donc loin d'être un phénomène constant ; son apparition semble liée à la quantité de débris organiques que contient le limon.

En résumé, le limon du lac de Neuchâtel est formé d'alluvions glaciaires remaniées, fluviales et lacustres, — composées de calcaire, d'argile, de molasse — et de calcaire précipité chimiquement. Il contient en outre des débris végétaux et animaux en grande abondance, et des organismes vivants tels que les Rhizopodes testacés et les Diatomées. Par sa composition minéralogique, il se rattache étroitement à celui de l'Untersee, de plus loin à celui du lac de Zurich. Il diffère nettement du limon du Léman et du lac de Constance par une proportion beaucoup plus considérable de minéraux solubles dans l'acide chlorhydrique.

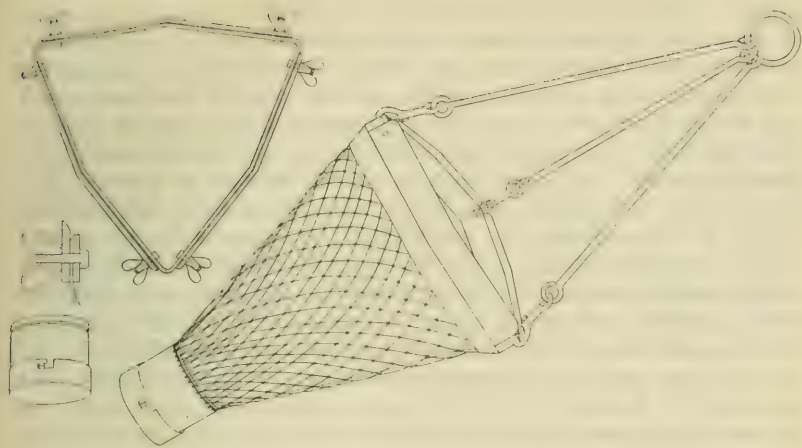
II. TECHNIQUE

A mesure que l'on avance dans des recherches du genre de celles que nous avons entreprises, on se rend compte de plus en plus de l'importance et de la valeur de la méthode employée. Les divers procédés sont toujours susceptibles de perfectionnement, et à chaque perfectionnement correspondent des résultats plus complets. Dans un travail comme le nôtre, qui doit présenter un tableau complet de la faune d'une région, il importe que le moins possible d'individus échappent à l'observateur ; celui-ci apportera donc à l'étude et à l'expérimentation des procédés de laboratoire une attention minutieuse. On nous permettra ici de développer en quelques mots les modifications que nous avons apportées aux procédés de nos prédécesseurs.

Drague. — Nos premiers dragages ont été effectués avec la drague STEINMANN, telle qu'elle est décrite dans l'« Internationale Revue der Hydrobiologie und Hydrographie » (1909). Mais à l'usage, elle nous a paru présenter quelques inconvénients ; les dents pénétrant dans la vase s'opposent fortement à la traction de la drague qui ne rapporte que peu de limon ; celui-ci, en remontant, se lave, et un grand nombre de petits organismes se trouvent perdus ; la manœuvre de vidange est difficile et malpropre et souvent une bonne partie de la vase est perdue. Pour corriger ces inconvénients, nous avons modifié cette drague d'une manière qui nous a donné pleine satisfaction. Les dents latérales ont été supprimées ; les trois côtés taillés en biseau sont pliés à leur milieu en un angle très ouvert¹ ; la poche, en soie à bluter n° 12 ou 15, est protégée par un fort filet de ficelle ; à l'extrémité inférieure du sac est attaché un manchon de fer muni d'un couvercle, qui facilite beaucoup la vidange.

La manœuvre de cette drague est bien simple : sans qu'il soit nécessaire de la charger d'un poids, elle est attachée à un câble métallique et descendue dans la profondeur. Tandis qu'un aide fait avancer le bateau, on lâche encore du

¹ Cette condition n'est peut-être pas nécessaire.



câble jusqu'à ce qu'il ait pris une inclinaison de 45° ; puis la drague est traînée sur le fond. Remontée aussitôt, elle est vidée dans un seau par le manchon de vidange ; elle rapporte ordinairement plusieurs litres de limon.

Recherche des animaux. — Au laboratoire, le limon est versé dans de grands cristallisoirs ; il s'y dépose lentement et 24 ou 36 heures plus tard, il est totalement précipité. Les différentes espèces se montrent en des temps différents, car chacune d'elles a des habitudes particulières qu'il faut apprendre à connaître sous peine d'insuccès. Pendant que le limon se précipite, on recherchera avec fruit les grands Turbellaires, les Cladocères, les Ostracodes des genres *Cyclocypris* et *Cypridopsis*. Dès le dépôt achevé, les Limnées, Hydracarines, *Cypria ophtalmica*, Cladocères, Cyclops apparaissent. Lorsque le manque d'oxygène se fait sentir, quelques jours plus tard, les Oligochètes sortent de leurs tubes et font osciller leurs extrémités postérieures. Les larves de Chironomides apparaissent en nombre après le criblage, ou quand l'eau est changée.

Mais il ne faut pas se contenter des animaux qui paraissent d'eux-mêmes ; beaucoup restent obstinément cachés dans la vase où il les faut découvrir ; ce sont surtout les Nématodes, les Oligochètes de petite taille, les Ostracodes rampants, quelques Phyllopoques, les *Canthocamptus* (surtout *C. schmeili*), les petits Turbellaires, les Rotateurs, les Rhizopodes. On pipette alors un ou deux centimètres

cubes de limon, de préférence au bord du cristalliseur, vers la lumière, et on dépose cette portion avec un peu d'eau fraîche dans une « boîte de Petri » de 7 cm. de diamètre. Après quelques instants, le limon est réparti uniformément sur le fond du godet ; les bêtes se mettent à bouger et tracent dans la vase des pistes caractéristiques qui les dévoilent au premier coup d'œil. La loupe ou mieux encore le merveilleux instrument de recherches qu'est le microscope binoculaire Leitz, grossissement 18, permettent d'apercevoir les toutes petites espèces lentes, les Rotateurs, les Nématodes de petite taille, les Halacarides, *Canthocamptus schmeili*, etc. Une ou deux gouttes de formol, 10 %, versées dans le godet donnent de bons résultats ; incommodés par les ondes de diffusion du formol, les animaux fuient rapidement et apparaissent plus facilement. Enfin, en versant avec précaution le limon, en remettant un peu d'eau fraîche et en soumettant de nouveau le verre de Petri à l'examen du microscope, on a parfois la chance de trouver certains Rotateurs fixés au verre et certains Turbellaires restés inaperçus. Pour permettre une exploration minutieuse de toute la surface du verre de Petri, sans laisser de places inexplorées et sans repasser sans cesse aux mêmes endroits, on dispose un fil de cuivre suivant le diamètre du verre.

Recherche des Rhizopodes. — Les Rhizopodes échappent à tous les procédés indiqués ci-dessus ; leur petite taille, leur faible mobilité, leur coque pierreuse les rendent invisibles ; il ne reste que l'examen au microscope par toutes petites portions de vase. Mais ce procédé est extrêmement long, fatigant et peu fructueux. PENARD (1902, p. 583) indique ses méthodes pour « la concentration des Rhizopodes » ; dans une communication écrite à M. le prof. FUHRMANN, il recommande des décantations successives du limon, effectuées dans un bocal de 1 litre et répétées jusqu'à la précipitation très rapide ; le résidu se montre riche en Rhizopodes de grande taille. Comme il s'agissait, dans nos recherches, non pas d'observer les mouvements de l'animal mais d'en déterminer simplement l'espèce, nous avons trouvé un procédé, violent sans doute, mais extrêmement fructueux. Il est basé sur le fait que le limon est composé surtout de calcaire (66 %), que les Difflogies choisissent toujours pour la confection de leurs coques de fines particules de quartz. Nous traitons donc quelques centimètres cubes de vase, pipetée à la surface du cristalliseur après un long repos, avec de l'acide chlorhydrique

dilué. Le résidu est ensuite bien lavé, en décantant à chaque lavage les flocons bruns d'argile qui se séparent. La matière brun-noirâtre restante est examinée au microscope et montre une foule de débris divers, des grains de sable, des Diatomées et souvent une grande abondance de Rhizopodes. Ces bêtes sont naturellement mortes, mais la coque suffit presque toujours à la détermination, rendue difficile d'ailleurs par la multiplicité des formes intermédiaires. Mentionnons, au sujet de ce procédé, un fait curieux qui montre bien la résistance de certains œufs aux agents extérieurs. Dans le résidu, après traitement par H Cl, nous avons trouvé un jeune *Monohystera* et un jeune *Dendrocœlum lacteum*, tous deux vivants ! Leurs œufs avaient résisté à l'acide, qui peut-être même en avait stimulé l'éclosion, et étaient éclos pendant les lavages.

Criblage. — Lorsque le matériel d'un dragage est très abondant, on a avantage à en cribler une partie au moyen d'un crible métallique fin (mailles de 0^{mm},5). L'opération est rendue très facile si l'on a soin de baigner le crible dans l'évier plein d'eau. On trouve ainsi facilement les grandes espèces, mais les petits Nématodes, les Protozoaires, les Rotateurs sont perdus ; il ne faut donc jamais cribler la totalité de la vase. — On peut aussi avoir recours à ce moyen, une fois achevée l'exploration du limon dans les vases de Petri. On se rend alors bien mieux compte du nombre total d'individus.

Conservation. — Les individus trouvés, recueillis avec une très fine pipette à bouche, sont immédiatement examinés vivants. Très souvent, lorsqu'il s'agissait d'éclaircir les tissus, nous avons employé de la glycérine (50 %). Les Rotateurs sont traités à la cocaïne (1 %) ; les Nématodes sont tués à la chaleur d'une flamme d'allumette ; les Infusoires sont examinés vivants et immobilisés par la pression. Les Oligochètes et Nématodes envoyés aux spécialistes ont été conservés dans le formol (2 %), les Hydracarinae dans le liquide glycéro-acétique de Kœnicke. Les Turbellaires sont tués au sublimé acétique bouillant, les Hirudinées par l'alcool faible ou par l'eau de Seltz. Les Mollusques sont conservés à sec.

On obtient rapidement de jolies préparations durables des Crustacés par l'emploi de la gélatino-glycérine phéniquée.

Pour terminer ce chapitre des procédés, donnons un aperçu de la façon de trouver les animaux suivant leur groupe.

1. *Rhizopodes*. — a) Dans le résidu de la vase après traitement par l'acide chlorhydrique ; b) dans le produit des décantations successives opérées sur quelques centimètres cubes de limon.

2. *Infusoires*. — A rechercher autour des cadavres de vers, de larves, dans les débris végétaux et le feutre organique. Les Périritriches se rencontrent sur les *Cyclops*, *Canthocamptus*, Ostracodes, Turbellaires, larves, etc. — Après quelques jours, un grand nombre d'infusoires communs apparaissent ; ils ne doivent pas être comptés dans la faune profonde.

3. *Turbellaires*. — Les grandes espèces se trouvent immédiatement après le transvasage du limon ; on les voit aussi errer sur la vase ou sur les parois du cristallisoir ; d'autres se laissent flotter comme des ballons dans l'eau. Les petites espèces (*Castrada*, *Trigonostomum*, etc.) s'aperçoivent dans le verre de Petri grâce à la tache claire qu'elles produisent en accumulant le limon autour d'elles.

4. *Nématodes*. — Après criblage, les grandes espèces s'aperçoivent facilement ; les petites sont à rechercher par le microscope binoculaire.

5. *Rotateurs*. — Au microscope binoculaire dans le limon entier.

6. *Oligochètes*. — En grand nombre après criblage.

7. *Hirudinées*. — Ne se rencontrent que dans les pêches à très nombreux débris.

8. *Ostracodes*. — *Cypria ophthalmica*, *Cyclocypris*, *Cypriopsis* montent à la surface et nagent rapidement dans les cristallisoirs. Les *Candona* se promènent sur le limon. Les Cytheridéés et *Iliocypris*, toujours lents et sales, se recherchent au microscope.

9. *Copépodes*. — Les *Cyclops* montent, surtout après la précipitation complète du limon. *Canthocamptus crassus* et *staphylinus* montent aussi dans les cristallisoirs où on les peut rechercher à la loupe sur les parois. *C. schmeili*, lent et sale, s'aperçoit au microscope grâce à ses mouvements inhabituels.

10. *Cladocères*. — La plupart de leurs espèces doivent être recherchées pendant la précipitation du limon. On en

trouve souvent parmi les carapaces chitineuses qui recouvrent l'eau après criblage. *Monopsilus dispar* et *Iliocryptus* doivent être recherchés dans la vase avec le microscope binculaire.

11. *Amphipodes*. — Visibles à l'œil nu.

12. *Hydracarines*. — Nagent rapidement après la précipitation du limon ; les Halacarides, très lentes, ne s'aperçoivent qu'au microscope.

13. *Larves d'insectes*. — Apparaissent en grand nombre après le criblage ou pendant la précipitation de la vase.

14. *Mollusques*. — Les Limnées montent sur les parois du cristalliseur ; les Pisidies se trouvent en grand nombre après criblage.

Nos dragages.

Ils ont été commencés le 27 mars 1917 sur le bateau du laboratoire de zoologie « Leptodora » mis obligeamment à notre disposition par M. le professeur FUHRMANN. Ils se sont poursuivis à peu près régulièrement tous les 8 ou 15 jours, surtout pendant la période juin-novembre 1917 et mars-juin 1918. Ils sont au nombre de 78.

En outre, M. FUHRMANN avait effectué 31 dragages de 1901 à 1911, dont les résultats ont été réunis aux nôtres. La liste complète des dragages, classés par ordre chronologique, s'établit donc ainsi :

1^o Dragages de M. Fuhrmann :

1901	25 mai	1 dr. à 78 m.
	14 octobre	4 dr. à 50, 104, 70, 99 m.
1902	11 mars	3 dr. à 53, 82, 75 m.
	20 mai	1 dr. à 114 m.
	2, 16, 29 juin	3 dr. à 120, 82, 66 m.
1908	24 mars	4 dr. à 40, 65, 75, 35 m.
	9, 10 avril	5 dr. à 37, 20, 40, 44, 54 m.
	17 mai	1 dr. à 60 m.
	14 octobre	4 dr. à 78, 104, 114, 120 m.
1911	21 mars	2 dr. à 35, 60 m.
	? avril	3 dr. à 20, 35, 50 m.

2° Nos dragages :

1917	27 mars	2 dr. à 30, 60 m.
	27 avril	4 dr. à 10, 30, 47, 80 m.
	10, 23 mai	3 dr. à 34, 85, 60 m.
	4, 14, 25 juin	10 dr. à 25, 33, 42, 44, 60, 72, 72, 77, 95, 105 m.
	25 juillet	4 dr. à 51, 60, 69, 88 m.
	6, 13 août	7 dr. à 11, 5*, 12*, 17*, 26*, 65, 81, 127 m.
	3, 10, 17, 24 sept.	11 dr. à 30, 40, 41, 45, 50, 52, 65, 67, 72, 84, 144
	16, 24 octobre	6 dr. à 30, 45, 59, 59, 67, 70 m.
	1, 19 novemb.	9 dr. à 8*, 9*, 12*, 16*, 22*, 35, 50, 85, 90 m.
1918	8, 27 février	6 dr. à 34, 53, 84, 110, 112, 122 m.
	17 mars	2 dr. à 109, 120.
	10, 25 avril	5 dr. à 23, 33, 35, 44, 103 m.
	2, 10 mai	7 dr. à 34, 35, 73, 125, 133, 135, 139 m.
	4 juin	2 dr. à 45, 72* m.

Classés par profondeur, ces dragages s'établissent ainsi :

(F = dragages de M. Fuhrmann. M = nos propres dragages).

Profondeurs	F.	M.	Total	Profondeurs	F.	M.	Total
1 à 9 m	—	2*	2	80 à 89 m	2	7	9
10 à 19 m	—	6*	6	90 à 99 m	1	2	3
20 à 29 m	2	4	6	100 à 109 m	2	3	5
30 à 39 m	4	12	16	110 à 119 m	2	2	4
40 à 49 m	3	9	12	120 à 129 m	2	4	6
50 à 59 m	4	7	11	130 à 139 m	—	3	3
60 à 69 m	4	8	12	140 à 153 m	—	1	1
70 à 79 m	5	8	13	Totaux :	31	78	109

La grande surface du lac (215 km²) exigerait un nombre énorme de dragages ; dans l'impossibilité de les effectuer, nous avons pensé qu'il valait mieux les restreindre à une région déterminée et l'examiner à fond. Le tableau de la faune profonde est ainsi moins étendu, mais beaucoup plus fouillé. C'est pourquoi la plupart de nos dragages ont été effectués dans les environs de Neuchâtel ; ceux de M. FUHRMANN, qui ne portent pas l'indication du lieu, ont aussi été faits dans la même région.

* Dragages effectués à la Motte.

Lac de Neuchâtel.

• Points explorés



A. Nodding, del.

Vis-à-vis de Neuchâtel,	32	dragages.
Vis-à-vis de Serrières,	12	»
Région de Cudrefin-Portalban,	8	»
Plat-fond ; fosse profonde,	3	»
Fosse Motte-rive gauche,	4	»
Cône de l'Areuse,	6	»
Motte,	10	»
Région d'Auvernier,	3	»
Total	78	»

La répartition verticale des pêches montre que les dragages les plus nombreux ont été effectués entre 30 et 40 m. Il importe en effet d'étudier très attentivement cette zone qui marque le passage entre les régions littorale et profonde. Des essaims, îlots ou cités d'individus y habitent, ce qui oblige le naturaliste à multiplier ses recherches. — Mais dans la profondeur, la faune devient de plus en plus uniforme ; ces îlots d'espèces rares diminuent et s'étendent en surface, si bien qu'un petit nombre de prises permettent de l'étudier suffisamment.

Le tableau par ordre chronologique montre une répartition assez régulière des pêches dans 10 mois de l'année. Il n'y a là aucune nécessité, les variations saisonnières ne se faisant pas sentir — à l'exception des larves, des Cladocères et de quelques Cyclops — dans les profondeurs.

Les différents procédés que nous avons exposés plus haut n'ont pas été découverts au commencement de nos recherches. Chaque fois que l'un d'eux était mis en action, il en résultait un accroissement dans le nombre d'espèces trouvées. La statistique ci-dessous est curieuse à cet égard.

Dragages nos 1 à 10	Nombre moyen d'espèces par dragage	17
» » 11 à 20	» »	22
» » 21 à 30	» »	27
» » 31 à 40	» »	34
» » 41 à 50	» »	33
» » 51 à 60	» »	37
» » 61 à 70	» »	38
» » 71 à 78	» »	38

La moyenne générale par dragage est de 30 ; celui qui nous a donné les résultats les plus faibles a livré 8 espèces et le plus richement peuplé 62.

Parmi les dragages de M. Fuhrmann, les uns n'ont été étudiés qu'en vue de recueillir les Turbellaires ou les Entomostacés ; quelques-uns n'ont rien livré. Tous les nôtres par contre ont présenté des individus en nombre plus ou moins considérable.

III. LA FAUNE

Nous renonçons ici à donner un tableau général des espèces ; leur grand nombre, la diversité des questions qui se posent pour chacun des groupes rendraient leur consultation compliquée et leur maniement malaisé. Par contre, l'étude de chacun des groupes débutera par un tableau résumant les indications principales relatives à chaque espèce.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, rappelons le sens des termes employés :

Région littorale, de 1 à 5 m.

Région sublittorale, de 5 à 25 m.

Région semi-profonde, de 25 à 60 m.

Région profonde, de 60 à 153 m.

Une espèce *eurybathe* fréquente indistinctement toutes les profondeurs ; une espèce *sténobathe* est restreinte à une zone. *Cosmopolite* signifie : répandu dans tous les pays. *Ubiquiste* veut dire : qui fréquente tous les milieux d'un pays. *Répandu* = disséminé sur une vaste surface indépendamment de la notion de quantité. *Fréquent* et *abondant* font allusion à la quantité des individus.

cc = très commun.

r = rare.

c = commun.

rr = très rare.

L'ordre des groupes est celui du « Lehrbuch der Zoologie » de CLAUS-GROBBEN, édition 1917. L'ordre des espèces et la nomenclature sont ceux du *Catalogue des invertébrés* pour les fascicules déjà parus — ou des revisions de HOFMÄNNER et VON HOFSTEN pour les Nématodes et les Turbellaires — du Tierreich à défaut d'autres publications.

1. Flagellés.

Les Flagellés sont rares dans la faune profonde où les conditions de vie semblent les exclure complètement ; quelques individus trouvés dans le cône de l'Areuse n'ont pu être déterminés.

1. *Peranema trichophorum* (Ehrenb.) trouvé une fois à 40 m. dans un des dragages de M. FUHRMANN (1908).

2. *Peridinium* sp. mentionné dans un dragage de M. FUHRMANN, à 20 m.

3. *Cephalothamnion cyclopum* Stein. fut trouvé à des profondeurs de 12 à 23 m. sur *Cyclops viridis*, *C. fimbriatus*, *Canthocamptus echinatus* et *C. staphylinus*. 8 dragages nous l'ont révélé souvent en grande abondance.

2. Rhizopodes.

Le rôle important que jouent les Sarcodinés dans l'économie de la profondeur des lacs a été mis en relief par les belles recherches de PENARD qui s'est spécialement consacré à leur étude dans le Léman ; cependant cet auteur a effectué dans notre lac quelques dragages (1899, 1908) dont les résultats figurent plus loin avec les nôtres.

La recherche suivie des Rhizopodes n'a été entreprise que dans 25 dragages dans nos recherches.

PENARD, à plusieurs reprises (1899, p. 139), insiste sur les ressemblances des faunes rhizopodiques des lacs suisses et suédois. Les recherches faites depuis lors ont confirmé ses vues ; toutes les espèces trouvées ailleurs l'avaient déjà été dans le Léman, à l'exception de *D. hydrostatica*. Nos recherches de ce fait se trouvent simplifiées ; les conclusions de PENARD s'appliquent sans autre aux lacs suisses.

Réunissant les données de la profondeur, le tableau général montre la diminution graduelle du nombre d'espèces à mesure que l'on descend :

55 espèces dépassent	20 m.	27 espèces dépassent	90 m.
52 » »	30 m.	25 » »	110 m.
36 » »	40 m.	24 » »	120 m.
33 » »	50 m.	24 » »	130 m.

Rhizopodes ¹	Profondeur	Drag.	‰	Nou- veaux	Auteurs
	m.				
1. <i>Pelomyxa palustris</i> , Greiff	35	1	—	*	PENARD 1908a
2. <i>Diffugia pyriformis</i> , Perty	9-139	25	100		PEN. 1899, 1908a
3. » » var. <i>nodosa</i> , Leidy	139	1	4	+	
4. » » var. <i>claviformis</i> , Pen.	35-85	3	12	+	
5. » » var. <i>lacustris</i> , Penard	16-133	12	48		
6. » » var. <i>atricolor</i> , Penard	22	1	4	+	PENARD 1899
7. <i>Diffugia acuminata</i> , Ehrenberg.	22-120	4	16		PENARD 1908a
8. » » var. <i>inflata</i> , Penard	40-110	2	8		PENARD 1899, 1908a
9. <i>Diffugia elegans</i> , Penard	22	1	4	+	
10. » » var. <i>teres</i> , Penard	22-139	13	52	+	
11. » <i>curvicaulis</i> , Penard	22-139	6	24		PENARD 1908a
12. » <i>scalpellum</i> , Penard	22	1	4	+	
13. » <i>fallax</i> , Penard	8-139	10	40	.	PENARD 1899
14. » <i>molesta</i> , Penard	133-135	2	8	+	
15. » <i>lanceolata</i> , Penard	35-139	4	16	+	
16. » <i>mammillaris</i> , Penard	34-40	1	4		PENARD 1899
17. » <i>globulosa</i> , Duj.	9-139	12	48		PENARD 1899, 1908a
18. » <i>Lemani</i> , Blanc	22-139	11	44		PENARD 1899
19. » <i>avellana</i> , Penard	34-139	6	24	+	
20. » <i>urceolata</i> , Carter	40-90	1	4		PENARD 1899, 1908a
21. » <i>lebes</i> , Penard	9-135	9	36		PENARD 1899.
22. » <i>elongata</i> , Penard	35	1	4	*	PENARD 1908a
23. » <i>hydrostatica</i> , Zach	34-139	5	20		PENARD 1899, 1908a
24. » <i>lobostoma</i> , Leidy	35-133	2	8		PENARD 1908a
25. » <i>limnetica</i> , (Levander)	35-139	4	16	+	
26. » <i>amphora</i> , Leidy	35-103	2	8		PENARD 1908a
27. » <i>tuberculata</i> , Wallich.	103-135	2	8	+	
28. » <i>constricta</i> , (Ehrb.)	9-139	18	72		PENARD 1899
29. » <i>histrio</i> , Penard	35	1	—	*	PENARD 1908a
30. <i>Centropyxis aculeata</i> , Stein.	8-139	14	56		PENARD 1908a
31. » » var. <i>discoïdes</i> , Pen.	8-90	2	8	+	
32. » <i>laevigata</i> , Penard	90	1	4	+	
33. <i>Pontigulasia bigibbosa</i> , Penard	22-135	10	40		PENARD 1908a
34. <i>Lecquereusia modesta</i> , Rhumb.	35	1	—	*	PENARD 1908a
35. <i>Hyalosphenia punctata</i> , Penard	?	?	—		ZSCHOKKE 1911
36. <i>Nebela vitraea</i> , Penard	90	1	4	+	

¹ La première colonne indique les profondeurs extrêmes où a été trouvée l'espèce ; la 2^{me} le nombre de dragages où on l'a constatée ; la 3^{me} le ‰ des dragages (calculé avec le nombre des dragages explorés au sujet des Rhizopodes) ; la 4^{me} les espèces non encore trouvées dans le lac ; la 5^{me} le premier auteur qui l'a signalée dans notre lac.

* Espèce non trouvée par nous.

Rhizopodes	Profondeur	Drag.	0/0	Nou- veaux	Auteurs
	m.				
37. <i>Quadrula irregularis</i> , Archer	35	1	—	*	PENARD 1908a
38. <i>Helicopera petricola</i> v. <i>amethysta</i> , Pen.	35-133	3	12		PENARD 1908a
39. » <i>cyclostoma</i> , Penard	9-139	6	24	+	
40. <i>Arcella vulgaris</i> , Ehrb.	90	1	4	+	
41. <i>Phryganella nidulus</i> , Penard	35	1	—	*	PENARD 1908a
42. » <i>hemisphaerica</i> , Pen.	44-135	4	16	+	
43. <i>Pseudodifflugia archeri</i> , Penard	35	1	—	*	PENARD 1908a
44. <i>Campascus triquetus</i> , Penard	35-40	2	—	*	PENARD 1899, 1908a
45. » <i>minutus</i> , Penard	35-40	2	—	*	do
46. <i>Cyphoderia ampulla</i> , Ehrb.	9-40	2	8		do
47. » » var. <i>major</i> , Pen.	22-135	7	28		do
48. » <i>calceolus</i> , Penard	40-44	3	12		PENARD 1899
49. » <i>trochus</i> , Penard	35-139	4	16		PENARD 1908a
50. » <i>laevis</i> , Penard	35	1	—	*	do
51. » <i>myosurus</i> , Penard	35	1	—	*	do
52. <i>Euglypha alveolata</i> , Dujard.	35	1	—	*	do
53. <i>Sphenoderia lenta</i> , Schlumb	35	1	—	*	do
54. <i>Trinema lineare</i> , Penard	44	1	—	*	FUHRMANN
55. <i>Gromia squamosa</i> , Penard	40-44	1	—	*	PENARD 1899

Un grand nombre d'espèces vivent donc encore dans les plus grandes profondeurs. La chute brusque entre 30 et 40 m. est due au fait que les dragages de PENARD, qui ont enrichi notre liste de 14 espèces, ont été effectués à 35 et 40 m.

La faune suisse rhizopodique compte en Suisse, d'après PENARD (1905), 295 espèces réparties en 73 genres. Nos listes présentent 47 espèces et 18 genres ; en ajoutant à ces chiffres ceux de GODET (1900), on obtient le tableau suivant :

A. Faune suisse	B. F. du lac	C. F. profonde	Rapports B : A	C : A	C : B
genres 73	21	18	29 0/0	25 0/0	86 0/0
espèces 295	56	47	19 0/0	16 0/0	84 0/0

Les coefficients génériques¹ sont respectivement 0,247 — 0,375 — 0,383. Ils augmentent à mesure que le milieu devient plus uniforme. — Remarquons encore que par rapport aux autres groupes, ces coefficients sont faibles ; cela tient au grand nombre d'espèces que contient le g. *Difflugia*.

¹ Rapport du nombre de genres au nombre d'espèces dans un groupe.

PENARD divise les Rhizopodes en deux catégories : 1° les espèces erratiques, « types plutôt littoraux, représentés par un petit nombre d'individus qui paraissent égarés dans la profondeur » et les espèces caractéristiques, « les plus nombreuses en individus et qui donnent à la faune rhizopodique profonde sa physionomie particulière ». Cherchons donc, d'après ses indications, à répartir nos espèces en ces deux groupes ; le chiffre de fréquence est indiqué pour chaque espèce.

Espèces erratiques.

<i>Pelomyca palustris</i>	1
<i>Diffugia pyriformis</i>	25
» » v. <i>nodosa</i>	1
» » v. <i>atricolor</i>	1
» <i>acuminata</i>	4
» <i>elegans</i>	1
» <i>fallax</i>	10
» <i>molesta</i>	2
» <i>lanceolata</i>	4
» <i>globulosa</i>	12
» <i>avellana</i>	6
» <i>urceolata</i>	1
» <i>lobostoma</i>	2
» <i>limnetica</i>	3
» <i>tuberculata</i>	2
» <i>constricta</i>	18
<i>Centropyxis aculeata</i>	14
» <i>discoïdes</i>	2
» <i>laevigata</i>	1
<i>Lecquereusia modesta</i>	1
<i>Quadrula irregularis</i>	1
<i>Heleopera cyclostoma</i>	6
<i>Arcella vulgaris</i>	1
<i>Phryganella hemisphaerica</i>	4
» <i>nidulus</i>	1
<i>Cyphoderia ampulla</i>	2
<i>Euglypha alveolata</i>	1
<i>Sphenoderia lenta</i>	1
<i>Trinema lineare</i>	1
Fréquence moyenne	4.45

Espèces caractéristiques.

<i>Diffugia pyriformis</i>	<i>clariformis</i>	3
» »	<i>lacustris</i>	12
»	<i>acuminata inflata</i>	2
»	<i>elegans teres</i>	13
»	<i>curvicaulis</i>	6
»	<i>scalpellum</i>	1
»	<i>mammillaris</i>	1
»	<i>Lemani</i>	11
»	<i>lebes</i>	9
»	<i>elongata</i>	1
»	<i>hydrostatica</i>	5
»	<i>amphora</i>	2
»	<i>histrio</i>	1
	<i>Pontigulasia bigibbosa</i>	10
	<i>Hyalosphenia punctata</i>	1
	<i>Nebela vitrea</i>	1
	<i>Heleopera petricola amethysta</i>	3
	<i>Pseudodiffugia Archeri</i>	1
	<i>Campascus triqueter</i>	2
	<i>Cyphoderia minutus</i>	2
	» <i>ampulla major</i>	7
	» <i>calceolus</i>	3
	» <i>trochus</i>	4
	» <i>laevis</i>	1
	» <i>myosurus</i>	1
	<i>Gromia squamosa</i>	1
	Fréquence moyenne	4

Ainsi qu'on le voit, l'observation de PENARD (1908, p. 462) que « cette liste (la sienne) contient, plus qu'on n'est habitué à le constater dans les lacs à cette profondeur (35 m.), un mélange de la faune caractéristique profonde et de la faune des rivages ou des plaines », est pleinement justifiée. 29 espèces de fréquence 4,45 s'opposent à 26 de fréquence 4 ; nous retrouverons ce caractère hybride dans la répartition des autres groupes d'animaux et nous essayerons d'en donner une explication dans la partie générale.

Mais, au sujet de cette répartition en espèces erratiques et caractéristiques, remarquons ceci :

D. pyriformis, *D. constricta*, *C. aculeata*, les trois formes les plus fréquentes et les plus abondantes jusqu'à 139 m. sont cependant comptées parmi les espèces erratiques. Ces espèces sont, il est vrai, cosmopolites et ubiquistes ; mais c'est justement à cause de ces qualités qu'elles peuvent descendre et se propager dans la profondeur du lac. Elles n'y sont nullement erratiques, mais acclimatées parfaitement. — Le cas opposé existe aussi : *D. scalpellum*, fort rare au Léman, rare aussi dans notre lac, est décorée du titre de caractéristique, qui implicitement contient l'idée de fréquence. Ce terme doit donc être réservé aux espèces abondantes dans la faune profonde, mais absentes ou exceptionnelles ailleurs ; de même le terme d'erratique ne doit s'appliquer qu'aux espèces fréquentes dans le littoral ou dans les étangs et rencontrées par hasard dans la profondeur, comme *Arcella vulgaris* par exemple. *D. elegans* et sa variété *teres* s'opposent aussi l'une à l'autre ; la première habite le rivage, la Motte, et descend occasionnellement dans la profondeur, à 40 ou 50 m. La seconde se cantonne au-dessous de 30 m. où elle est très fréquente et très abondante.

Les résultats de FEHLMANN sont d'accord avec les miens : ses espèces les plus fréquentes sont *D. fallax*, *D. constricta* et *C. aculeata*, tandis que les espèces caractéristiques sont rares ou très rares. Cependant cet auteur n'a tiré aucune conclusion de ce fait et se contente de le signaler.

PENARD (1899, p. 23) a constaté que les Difflogies profondes du Léman présentent très souvent des formes indéterminées d'une détermination impossible. La même observation a été faite dans les nôtres ; sur 3 ou 4 individus, un seul peut être déterminé avec suffisamment de rigueur. JAMES MURRAY, étudiant les Sarcodinés au Loch Ness, trouve aussi le même fait et conclut à une convergence des espèces sous

l'influence des conditions abyssales : obscurité, pression, température. Il y a, semble-t-il, une tendance au mélange des caractères des espèces, à laquelle nous devons revenir.

Origine. — PENARD admet d'abord que les Rhizopodes profonds dérivent directement d'une faune glaciaire sténotherme, répandue dans les eaux froides des espaces interglaciaires. Au retrait progressif du glacier a correspondu une universelle augmentation de la température ; incapables de supporter cette augmentation (qui en fait ne dépasse pas quelques degrés), ces Rhizopodes ont émigré dans la profondeur de nos lacs, dans les sources froides et les hauts lacs alpins où ils se sont maintenus jusqu'à nos jours. ZSCHOKKE, d'accord jusqu'ici avec PENARD, conclut avec lui à l'existence d'une « fauna relictæ glacialis ». Cependant PENARD, retrouvant dans le littoral la plupart de ses Rhizopodes profonds, constatant que beaucoup d'entre eux ont été trouvés dans les mousses (*D. pyriformis* var. *lacustris*, et *D. Lemani*, *Cyphoderia ampulla-major*, etc., HEINIS) est revenu de son opinion. « L'origine des Rhizopodes profonds, dit-il, demeure inexpliquée et seule l'exploration de lacs d'autres régions pourra jeter un peu de lumière sur cette question. »

ZSCHOKKE, pour maintenir son point de vue, s'oppose aux opinions de MURRAY citées plus haut, qui impliquent l'idée d'une origine littorale. Elles peuvent cependant se soutenir, mais en substituant aux facteurs de MURRAY, qui cadrent mal avec les conditions des sources et des lacs alpins, ceux de pureté de l'eau, absence de débris en décomposition. Ces conditions sont réalisées ordinairement par les basses températures, dans le fond des lacs, dans les lacs alpins et les sources froides ; elles peuvent l'être occasionnellement dans le littoral, mais sont exclues des eaux croupissantes, des étangs, des cônes de déjection des rivières. On pourrait aussi leur ajouter, comme l'a fait THIENEMANN, la teneur élevée en oxygène (voir : *Insectes*, p. 110). Beaucoup de formes profondes, en effet, évitent le cône de l'Areuse. Il n'y a plus lieu, dans cette simple hypothèse, d'invoquer une origine glaciaire et nordique, une sténothermie sévère qui cadre mal avec les idées évolutionnistes actuelles : les conditions chimiques du milieu, le régime alimentaire carnivore ou limivore suffisent à expliquer pourquoi certaines formes se sont cantonnées dans les profondeurs de nos lacs.

3. Infusoires.

Les profondeurs des lacs ont passé longtemps comme très pauvres en Infusoires. Ainsi DUPLESSIS n'en cite que sept espèces, pour la plupart des Périptriches fixés ; cependant ROUX (1900), opérant à 25 et 30 m. dans le Léman, y découvre 28 espèces sûrement adaptées à ces profondeurs, — FEHLMANN, dans le lac de Lugano, étudie 27 espèces dont 6 fixées, et ZSCHOKKE, qui ne signale dans le lac des Quatre-Cantons que 8 espèces toutes fixées, en énumère, dans sa monographie de la faune profonde, 50 espèces trouvées pour la plupart à des profondeurs inférieures à 30 m. Enfin ANDRÉ (1912) en indique au total 65 espèces.

Ces données si diverses s'expliquent facilement par la difficulté d'apercevoir dans la vase quelques infusoires disséminés. Ils existent toutefois et probablement en grand nombre dans la faune profonde, mais une méthode technique pour les rassembler manque encore. ANDRÉ, étudiant les infusoires du plankton profond, emploie la machine à centrifuger ; cette méthode n'est guère applicable à la vase des profondeurs.

La liste ci-dessous, si nombreuse, provient du fait que nous avons étudié avec beaucoup de soin les périptriches fixés et que nous avons trouvé, dans les dragages du cône de l'Areuse, de véritables cultures d'infusoires, fort peuplées.

Notons encore qu'il est prudent de ne retenir, comme faisant partie de la faune profonde, que les espèces parues immédiatement après le dragage.

La plupart de ces espèces sont cosmopolites et se rencontrent notamment dans le littoral du lac.

Les infusoires fixés (ectoparasites et commensaux) ont été particulièrement étudiés. Leur abondance est parfois telle, sur un même hôte, que celui-ci ressemble à un buisson ambulant. Ce résultat oppose certainement nos Entomostracés du fond à ceux des cavernes qui, d'après GRAETER (1910), sont rarement munis de parasites. Par contre, les débris immergés n'ont presque pas montré de périptriches fixés et alors toujours des *Vorticelles* ; le repos absolu des eaux s'oppose en effet à la respiration des formes immobiles sur leur pédicelle comme les *Epistylis* ; mais les *Vorticelles*, à cause de leurs contractions brusques, peuvent exister sur des débris immobiles même dans de l'eau au repos. Les infusoires à pédicelle non contractile choisissent de préférence les Copépodes

Infusoires	Profondeur	Draj.	Nou- veaux ¹	Autres lacs
	m.			
1. <i>Holophrya simplex</i> , Schéwiakoff	67-90	2		Léman
2. <i>Prorodon teres</i> , Ehrenberg	73	1		Léman
3. <i>Lionotus anser</i> , (Ehrenberg)	35-40	2	*	
4. <i>Dileptus anser</i> , (O. F. Müller)	40-125	3		Annecy
5. <i>Trachelius ovum</i> , Ehrenberg	35	1	+	
6. <i>Chilodon cucullulus</i> , O. F. Müller	73	1		Léman
7. <i>Glaucoma scintillans</i> , Ehrenberg	35-90	2		Léman, Lugano
8. <i>Ophryoglena atra</i> , Lieberkühn	73-90	2	+	
9. <i>Ophryoglena flava</i> , Ehrenberg	133-	1		Léman
10. <i>Epalæis mirabilis</i> , Roux	40	1	*	Lugano
11. <i>Paramecium aurelia caudatum</i> , O. F. M.	23-73	4	+	
12. <i>Lembadion bullinum</i> , O. F. Müller	73	1	+	
13. <i>Cyclidium</i> , sp.	40	1	*	Achen, Côme
14. <i>Metopus sigmoïdes</i> , Cl. et Lach	20-73	3	— *	
15. <i>Spirostomum ambiguum</i> , Ehrenb.	23-73	6		Léman, Lugano
16. <i>Spirostomum teres</i> , Cl. et Lach	40-73	3	*	Léman, Lugano
17. <i>Stentor cœruleus</i> , Ehrenberg	23-73	4		Léman, Annecy
18. <i>Stentor polymorphus</i> , (O. F. Müller)	23-52	3		Léman
19. <i>Uroleptus</i> , sp.	53	1	*	
20. <i>Oxytricha pelionella</i> , (O. F. Müller)	35	1		Léman
21. <i>Stylonychia mytilus</i> , (O. F. Müller)	65	1	*	Léman, Achen
22. <i>Euplotes patella</i> , (O. F. Müller)	26-52	2	+	
23. <i>Anhymenia Steini</i> , Clap. et Lach	52-125	4	+	
24. <i>Vorticella cucullus</i> , Fromentel	40	1	* +	
25. <i>Vorticella alba</i> , Fromentel	40-80	2	* +	
26. <i>Vorticella campanula</i> , Ehrenb.	34-120	5		Quatre-Cantons
27. <i>Vorticella</i> , sp.	8-144	28		
28. <i>Garchesium epistylidis</i> , Cl. et Lach	30	1	+	
29. <i>Epistylis violacea</i> , mihi	25-135	6	+	
30. <i>Epistylis digitalis</i> , Ehrenberg	84-135	3	+	
31. <i>Epistylis plicatilis</i> , Ehrenberg	30-103	6	+	
32. <i>Epistylis umbilicata</i> , Cl. et Lach	51-112	3		Lugano
33. <i>Epistylis branchiophila</i> , Perty	9-109	3		Léman
34. <i>Epistylis anastatica</i> , Linné	11,5-88	3		Quatre-Cantons
35. <i>Epistylis invaginata</i> , Cl. et Lach	67-85	3	+	
36. <i>Epistylis nympharum</i> , Engel	40	1		Quatre-Cantons
37. <i>Epistylis lacustris</i> , Imhof	30-125	5		Léman, Constance
38. <i>Epistylis</i> , sp.	11,5-103	13		

¹ * Trouvé seulement par M. FCHRMANN. + Nouveau pour la faune profonde.

Infusoires	Profondeur	Drag.	Nouveaux ¹	Autres lacs
	m.			
39. <i>Rhabdostyla ovum</i> , Kent	12-139	35	+	
40. <i>Rhabdostyla inclinans</i> , d'Udek	17	1	+	
41. <i>Rhabdostyla brevipes</i> , Clap. et Lach	33-52	5		Léman
42. <i>Rhabdostyla</i> , sp.	88-105	2	+	
43. <i>Opercularia articulata</i> , (Ehrenb.)	52	1	+	
44. <i>Opercularia nutans</i> (Ehrenb.)	25	1		Annecy, Lünér
45. <i>Opercularia</i> , sp.	72	1		
46. <i>Pyxidium cothurnioides</i> , Kent	33-144	11		Quatre-Cantons
47. <i>Cothurniopsis canthocampti</i> , mihi	12-88	19	+	
48. <i>Lagenophrys ampulla</i> , Stein	12-139	29	+	
49. <i>Lagenophrys vaginicola</i> , Stein	23-33	2	+	
50. <i>Tokophrya cyclopum</i> , Cl. et Lach	11,5-127	27		Léman, Quatre-Cantons
51. <i>Acineta tuberosa</i> , Ehrenb.	45-90	3		Neuch. (GODET 1900)

agiles ; ainsi les *Canthocamptus crassus* et *staphylinus*, toujours en mouvement, sont porteurs de *Cothurniopsis canthocampti* qui manque sur *Canthocamptus schmeili*.

23. *Anhymenia steini*. — Peu fréquente, cette espèce, toujours trouvée sur *Dendrocoelum lacteum*, est, à proprement parler, le seul ectoparasite trouvé. Ses dimensions étaient : diamètre 33 à 35 μ , sa hauteur 15-18 μ (dimensions habituelles 38-50 μ et 10 à 15 μ).

24 à 27. *g. Vorticella*. — Très complexe, ce genre mériterait une revision systématique complète ; la détermination des espèces est toujours difficile à cause des formes intermédiaires. Les espèces déterminées spécifiquement ne l'ont été que sur des exemplaires bien caractéristiques ; partout où un doute subsistait, nous avons évité l'attribution spécifique. *V. alba* et *cucullus* sont mentionnées par M. FUHRMANN sans indication de porteur. *V. campanula*, commune partout, a été trouvée sur *Cyclops serrulatus*, *Iliocypris lacustris*, *Limnocythere Sancti-Patricii*, et sur une larve d'*Ephémère*. Une belle colonie sphérique, de 3 mm. de diamètre, fut trouvée une fois sur un débris à 34 m. Les *Vorticella* sp. ont été vues sur les *Chironomides*, *Cyclops*, *Cytheridea lacustris*, *Candona neglecta* et *candida*, *Canthocamptus crassus*, *Pleuroxus uncinatus*, *Molanna angustata*. Notons encore la fréquence des vorticelles sur les *Cytheridées* peu mobiles, ce qui vient à l'appui de nos observations précédentes.

28. *Carchesium epistylidis* s'est trouvé une seule fois sur *Iliocryptus sordidus*. Les listes de M. FUHRMANN mentionnent un *Carchesium* sp. sans indication de porteur.

29-38. *g. Epistylis*. — Les espèces de ce genre, fort nombreuses dans la faune profonde puisque presque chaque *Cyclops* et larve d'insecte en sont couverts, passent les unes aux autres par des intermédiaires insensibles. Bien plus, nous avons trouvé des passages avec le genre *Rhabdostyla* ; ainsi sur un *Tubifex*, de nombreux péritriches, à corps tous semblables, s'étaient développés ; les uns étaient portés par un pédicelle simple, plus ou moins long, les autres par un pédicelle divisé en 2, 3 ou plus. — Seules les formes bien caractérisées ont été déterminées spécifiquement. — *E. violacea*, la plus caractéristique du genre, se tient uniquement sur la tête des Chironomides. — *E. digitalis* fut trouvée sur *Cyclops serrulatus* ; *E. plicatilis* sur *Tubifex velutinus* (1 fois), mais surtout sur les *Tanytarsus* et autres Chironomides ; *E. umbilicata* sur les larves de Chironomides ; *E. anastatica* sur *Cyclops fimbriatus*, *C. serrulatus*, *C. viridis* ; *E. invaginata* sur les Chironomides ; *E. lacustris* sur *Candona neglecta*, *Cyclops fimbriatus* et *C. serrulatus*. — *E. branchiophila*, fort reconnaissable à la dichotomie irrégulière de son pédicelle, fut constatée, toujours plus petite que le type sur les larves de *Molanna* et sur les bouquets de poils préanaux des *Tanytarsus*. Elle n'est indiquée jusqu'à présent que sur les larves de Phryganes. *E. nympharum* est mentionnée par M. FUHRMANN sans indication de porteur. Enfin des colonies non déterminées spécifiquement étaient fixées sur *Cyclops fimbriatus*, *Limnocythere Sancti-Patricii*, et les Chironomides.

39-42. *g. Rhabdostyla*. — Nous avons vu qu'il peut passer au *g. Epistylis* et qu'il est impossible de distinguer un *Epistylis* jeune d'un *Rhabdostyla*. Les Protozoaires de la faune profonde (*Diffugia*, *Epistylis*, *Rhabdostyla* surtout) manifestent souvent cette même tendance à la confusion des espèces. *R. ovum* s'est trouvée fréquemment sur des hôtes divers, *C. fimbriatus*, *C. viridis*, *Candona candida* et *neglecta*, où elle existe parfois en nombre considérable, *Cypria ophthalmica*, *Alona affinis*, *Iliocryptus acutifrons*, *Canthocamptus echinatus*, Chironomides. — *R. brevipes*, dont le pédicelle varie dans d'assez grandes limites, fréquente de préférence *Cyclops fimbriatus*, *Canthocamptus minutus*, *Alona affinis* et les Chironomides. — *R. inclinans* a été vu une fois sur *Tubifex*. — Enfin, nous avons trouvé deux fois, à 88 m. et 105 m., un

Rhabdostyla d'espèce nouvelle. Le corps, absolument sphérique, mesure de 24 à 27 μ de diamètre ; le bourrelet du péristome continue les parois du corps et contribue à donner au tout cette forme sphérique si caractéristique. Le pédicelle est simple, rigide, très long, 4 à 5 fois plus que l'animal, lisse ou strié en travers. Nous n'avons pas voulu créer une espèce sur deux exemplaires, fixés sur *Cyclops viridis*.

43-45. *g. Opercularia*. — Plus rare que les 3 genres précédents ; nous avons trouvé : *O. articulata* sur la plaque chitineuse d'une *Helobdella stagnalis*, à 52 m. — *O. nutans* sur un Chironomide. — *Opercularia* sp. sur *Cypria ophtalmica*.

46. *Pyxidium cothurnioides*, plus fréquent qu'*Opercularia*, se trouve sur *Cyclops fimbriatus*, *viridis*, *Canthocamptus staphylinus*, mais surtout sur *Cypria ophtalmica*. Un *Cyclops fimbriatus* s'est trouvé porter à la fois *P. cothurnioides*, *Rh. ovum* et *E. lacustris*, tandis qu'ordinairement une seule espèce s'installe sur le même commensal.

47. *Cothurniopsis Canthocampti*¹, que nous avons créé, est très fréquent sur les diverses espèces de *Canthocamptus* où il se fixe sur la furca, l'abdomen ou les pattes. Un même hôte en peut porter 8 à 10 exemplaires. Une seule fois, il s'est rencontré sur *C. schmeili*, ce qui vient à l'appui de ce que nous avons dit plus haut.

48. *g. Lagenophrys*. — Une petite espèce de ce genre, demi-sphérique, habite très fréquemment les valves de *Cypria ophtalmica*, beaucoup plus rarement (2 fois) celles de *Candona*. Nous en avons trouvé jusqu'à 15 exemplaires sur le même hôte. ANDRÉ (1912, p. 191, note) met en doute la présence de *L. ampulla* sur les *Cypris* ; notre forme est absolument circulaire ; ses dimensions 75-80 μ , la structure de sa bouche, tout semble indiquer que nous avons affaire à *L. ampulla* et non *L. labiata*.

49. *L. vaginicola*. — De beaux exemplaires de cette espèce ont été étudiés sur les soies furcales de *Canth. staphylinus*. Leurs dimensions étaient un peu inférieures au type, 66×38 μ au lieu de 70×42 μ .

50. *Tokophrya cyclosum*. — Cet acinétiien vit fixé surtout sur *C. viridis*, parfois sur *C. fimbriatus*, très rarement sur *Candona neglecta*. Il est parfois en très grand nombre sur un même hôte ; un *C. viridis* en portait 20 sur une deuxième

¹ Peut être identique à *Cothurnia plectostyla* Stokes, d'après E. PENARD.

antenne et 35 sur une première antenne. Parfois des algues symbiotiques existent dans son intérieur. Le nombre des faisceaux de tentacules est ordinairement de 2 ; une fois quatre individus présentaient chacun 4 faisceaux, mais les autres caractères excluaient *T. quadripartita*, espèce à laquelle nous avons pensé tout d'abord.

51. *Acineta tuberosa*, trouvée à 3 reprises sur *Canthocamptus schmeili* ne possédait pas le renflement inférieur. Peut-être s'agit-il de *Acineta elegans* Imhof, mais la taille très petite nous a fait pencher pour *A. tuberosa*, déjà trouvée dans notre lac par GODET, à 20 m. de profondeur.

4. Hydrozoaires.

La présence d'une hydre rose de petite taille dans les profondeurs des lacs est déjà indiquée par FOREL et DUPLESSIS (1904), entre 200 et 300 m. Outre le Léman, ils la signalent encore dans les lacs de Neuchâtel, Bienne, Joux, Brenets, Zurich, Constance, etc. ZSCHOKKE l'a retrouvée à 35 et 45 m. dans le lac des Quatre-Cantons, et VON HOFSTEN à 35 m. dans le lac de Thoune. Les recherches de BRAUER ont établi que cette *Hydra rubra* n'était qu'une variété de *H. vulgaris* Pall, distinguée du type par des bras très courts, une taille plus petite, une couleur plus pâle ; on n'a jamais observé, dans ces hydres de la profondeur, la formation de produits sexuels et le bourgeonnement semble être l'unique mode de multiplication.

Nous avons trouvé *Hydra vulgaris* Pall à 12 m., 22 m., 30 m., 41 m. sur la Motte, devant Neuchâtel et Serrières, toujours en un petit nombre d'individus. M. FUHRMANN l'a aussi recueillie à 54 m. Elle est toutefois beaucoup plus répandue que ces chiffres semblent l'indiquer, mais toujours disséminée. Nous avons constaté, d'une manière indirecte, sa présence à 41 m., 45 m. et 67 m. En effet, un Turbellaire, *Microstoma lineare*, grand destructeur d'hydres, n'en assimile pas les nématoblastes ; ceux-ci émigrent à la surface du Turbellaire où ils fonctionnent comme sur leur possesseur légitime. De la présence de *Microstoma lineare* munis de nématoblastes aux profondeurs ci-dessus, on peut donc conclure à la présence d'*Hydra vulgaris* à ces stations.

Hydra vulgaris est cosmopolite ; la station la plus profonde indiquée est celle du lac Majeur à 350 m.

5. Turbellaires ¹.

Le mérite d'avoir attiré l'attention des zoologistes sur ce groupe qui joue dans la biologie profonde un rôle important échoit à FOREL qui trouve dès 1869 une riche faune de ces animaux dans la profondeur du Léman. DUPLESSIS et VON GRAFF étudient les matériaux de FOREL, tout en se livrant de leur côté à des recherches suivies. En 1894, FUHRMANN ouvre « une nouvelle époque », suivant le mot de VON HOFSTEN, dans l'étude de ces vers en découvrant 39 espèces dans les environs de Bâle. Plus tard VOLZ, STEINMANN, VON HOFSTEN, KELLER continuent cette série de recherches d'une façon si magistrale qu'aujourd'hui la faune turbellarienne suisse est l'une des mieux connues du monde.

Dans notre lac, les Turbellaires ont été étudiés par DUPLESSIS, par VOLZ qui en cite 18 espèces, par FUHRMANN qui décrit le curieux *Trigonostomum neocomense*. Les très nombreuses espèces que nous avons trouvées font du lac de Neuchâtel la station la plus riche de Suisse et peut-être du monde entier. Elles appartiennent aux Triclades (1 espèce), aux Rhabdocèles (26 espèces) et aux Allœocèles (2 espèces).

A cette liste on pourrait joindre encore *Stenostomum unicolor* O. Schm. et le mystérieux *Phonorhynchus lemanus* (Duplessis) cités tous deux par DUPLESSIS.

La faune suisse, d'après VON HOFSTEN, compte 66 espèces certaines de Rhabdocèles (et Allocèles) réparties en 25 genres, auxquelles il faut ajouter nos 7 espèces nouvelles pour la Suisse avec le genre *Provortex*. Nous avons donc :

Faunes :	A. suisse	B. du lac	C. profonde	Rapports :	B : A	C : A	C : B
genres	26	19	17		73 %	65 %	90 %
espèces	73	36	28		50 %	38 %	77 %

Les coefficients génériques, dont nous verrons plus tard l'importance, sont respectivement 0,35, 0,53 et 0,61.

Ainsi qu'il ressort des chiffres du tableau, on constate que le nombre d'espèces diminue avec la profondeur.

Au-dessous de 10 m. —	29 espèces	Au-dessous de 70 m. —	14 espèces
» 20 m. —	27 »	» 80 m. —	12 »
» 30 m. —	21 »	» 110 m. —	11 »
» 40 m. —	17 »	» 120 m. —	6 »
» 60 m. —	15 »	» 130 m. —	6 »

¹ Déterminés par M. le prof. Fuhrmann. Les espèces nouvelles seront décrites ultérieurement dans la *Revue suisse de zoologie*.

Turbellaires	Profondeur	Drag.	Ind.	Nouveaux lac suisse prof.			Districts
	m.						
1. <i>Dendrocoelum lacteum</i> (Müller)	20-139	44	c. c.				partout
2. <i>Stenostomum leucops</i> , (Ant. Duj.)	53	1	r				I *
3. <i>Microstomum lineare</i> , (Müller)	30-120	17	c				I, II, III
4. <i>Macrostomum appendiculatum</i> , (O. Fab.)	53	1	1				I
5. <i>Prorhynchus stagnalis</i> , M. Schultze	23-120	3	r	+			I, II
6. <i>Provortex lacustris</i> , n. sp. Fuhrm.	23-30	2	6	+	+	+	II
7. <i>Dalyellia armigera</i> , (O. Schm.)	35-40	2	2	+		+	I
8. » <i>fusca</i> , (Fuhm.)	40	1	1	+		+	I
9. <i>Phaenocora clavigera</i> , v. Hofst.	30-33	2	3	+			II
10. <i>Opisthomum pallidum</i> , O. Schm.	40	1	1	+		+	I
11. » <i>lacustris</i> , n. sp. Fuhrm.	30-120	5	5	+	+	+	I, II, VII
12. <i>Olisthanella nassonoffi</i> , L. Graf.	30	1	2	+	+	+	II
13. » <i>truncula</i> , (O. Schm.)	23	1	4				II
14. <i>Rynchomesostoma rostratum</i> , (Müller)	34-72	3	3	+			I, II, VIII
15. <i>Castrada segnis</i> , (Fuhm.)	20	1	1	+		+	I
16. » <i>spinulosa</i> , v. Hofsten	35-74	4	5	+			I, II, III
17. » <i>monardi</i> , n. sp. Fuhrm.	15-114	7	a. c.	+	+	+	I, II, IV, V
18. » <i>quadridentata</i> , v. Hofst.	30	1	1	+			II
19. » <i>tridentata</i> , n. sp. Fuhrm.	35-104	6	a. c.	+	+	+	II, III
20. » <i>viridis</i> , Volz.	20	1	1	+		+	I
21. » <i>armata</i> , (Fuhm.)	30	1	1			+	II
22. <i>Mesostoma monorchis</i> , n. sp. Fuhrm.	65	1	1	+	+	+	I
23. » <i>lingua</i> , (Abildg)	12-133	8	c	+			I, VI, VII
24. » <i>ehrenbergi</i> , Focke	84-133	6	c				I, VII
25. <i>Acrorhynchus neocomense</i> , Fuhrm.	30-133	5	r				III, VII
26. » <i>lacustris</i> , n. sp. Fuhrm.	23	1	2	+	+	+	II
27. <i>Gyratrix hermaphoditus</i> , Ehrb.	34-120	6	c				I, II, III
28. <i>Plagiostomum lemani</i> , (Dupl.)	8-135	59	c. c.				partout
29. <i>Otomesostoma auditivum</i> , (Duples.)	8-144	54	c. c.				partout sauf V

89 dragages sur 109 ont livré des Turbellaires. Parmi eux, 19 dragages contenaient chacun 1 espèce.

28 dragages chacun 2 espèces

3 dragages chacun 6 espèces

22 » » 3 »

2 » » 7 »

10 » » 4 »

1 » » 8 »

4 » » 5 »

* Ces chiffres romains désignent les districts (voir la carte).

Les Turbellaires se rencontrent donc beaucoup plus souvent de compagnie qu'isolés. Ainsi :

Plagiostomum + Otomes	36 fois	Otomes + Dendr.	4 fois
Plag. + Otom. + Dendr.	18 fois	Otom. + Plag. + Acror.	4 fois
Plag. + Dendr.	14 fois	etc.	

1. *Dendrocoelum lacteum*. — Cette espèce cosmopolite, toujours très abondante, descend régulièrement dans la profondeur. Elle s'y est trouvée notamment au Léman (125 m.), mais en petites cités sporadiques, dans les lacs de Zurich, Brienz, Thoune (40 m.), Wallenstadt (90 m.), Constance (200 m.), Majeur (90 m.), Garda, Lugano (180 m.), Quatre-Cantons (214 m.), Vetter (120 m.)¹. Mais partout elle offre le même caractère sporadique, d'après ZSCHOKKE du moins. Tout autre est sa répartition dans notre lac ; elle s'y trouve dans tous les points parfois en nombre très considérable comme il est advenu dans les dragages du cône de l'Areuse. Quoique sa fréquence soit un peu inférieure à celle de *P. lemani* ou de *O. auditivum*, elle est l'espèce la plus abondante du lac. Il s'agit surtout de la variété *bathycola*, quoique souvent les caractères distinctifs en soient fort peu tranchés. — *D. lacteum*, d'après STOPPENBRINCK, pond ses œufs en hiver ; cependant, nous avons trouvé des jeunes au mois de mars, juin, juillet, septembre, novembre, à peu près durant toute l'année. Le cycle de reproduction n'est donc pas si rigoureux ou semble troublé par les conditions abyssales de température.

Nous donnons ici, comme nous le ferons pour d'autres groupes, une statistique montrant pour chaque zone de 20 m. le nombre de dragages où ces bêtes ont été trouvées et le rapport de ce nombre à celui des dragages effectués dans la zone.

Cette statistique prendrait plus de valeur si elle s'appuyait sur un nombre plus grand de dragages. Cependant, quelque incomplète qu'elle soit, elle peut servir à des constatations intéressantes. On voit ainsi que le maximum de fréquence pour *D. lacteum* est à 100-120 m., ce qui montre bien pour l'espèce une parfaite adaptation à la profondeur.

¹ Et Neuchâtel, naturellement. Nous ne répétons pas, dans ces notices, les données fournies par les tableaux d'ensemble ; cette remarque faite une fois pour toutes.

	0 — 20 m.	20 — 40 m.	40 — 60 m.	60 — 80 m.
<i>D. lacteum</i> . .	— —	9 dr. 41 $\frac{0}{100}$	6 dr. 26 $\frac{0}{100}$	14 dr. 56 $\frac{0}{100}$
<i>P. lemani</i> . .	5 dr. 62 $\frac{0}{100}$	11 dr. 50 $\frac{0}{100}$	10 dr. 43 $\frac{0}{100}$	14 dr. 44 $\frac{0}{100}$
<i>O. auditivum</i> .	5 dr. 62 $\frac{0}{100}$	11 dr. 50 $\frac{0}{100}$	11 dr. 47 $\frac{0}{100}$	11 dr. 44 $\frac{0}{100}$

	80 — 100 m.	100 — 120 m.	120 — 144 m.
<i>D. lacteum</i> . .	4 dr. 33 $\frac{0}{100}$	6 dr. 66 $\frac{0}{100}$	5 dr. 50 $\frac{0}{100}$
<i>P. lemani</i> . .	7 dr. 58 $\frac{0}{100}$	7 dr. 77 $\frac{0}{100}$	5 dr. 50 $\frac{0}{100}$
<i>O. auditivum</i> .	8 dr. 66 $\frac{0}{100}$	2 dr. 22 $\frac{0}{100}$	5 dr. 50 $\frac{0}{100}$

2. *Stenostomum leucops* appartient au deuxième groupe biologique de VON HOFSTEN, c'est-à-dire aux espèces littorales descendant occasionnellement dans la profondeur. Elle marque une légère préférence pour la vase, mais vit aussi parmi les plantes. Cosmopolite, elle est répandue en Europe, en Amérique et fréquente même les eaux saumâtres. En Suisse, on la signale dans le littoral et la profondeur (150 m.) du Léman, dans les mares et les étangs du canton de Vaud, le Loclat, les marais de Pouillerel, les environs de Bâle, les lacs de Thoun (100 m.) et de Brienz. L'observation de DUPLESSIS qu'elle est abondante dans la profondeur n'est confirmée par aucun autre auteur.

3. *Microstomum lineare* occupe parmi nos Turbellaires le quatrième rang pour la fréquence. Les exemplaires trouvés sont tantôt aveugles, tantôt munis de taches pigmentaires plus ou moins développées ; leurs colonies comptent ordinairement 4 individus, plus rarement 2. Parfois des nématoblastes, indiquant que l'animal s'est nourri d'hydres, sont installés à sa surface et nous avons tiré parti de cette remarque à propos des Hydrozoaires. Enfin nous avons trouvé à son intérieur des *Cypria* et *Diaptomus* dont il avait fait sa nourriture. D'après VON HOFSTEN, *M. lineare* établit le passage entre les espèces purement limicoles et celles qui vivent parmi les plantes, mais il fréquenterait plus volontiers la vase que les végétaux. — Nous avons trouvé l'espèce 3 fois dans la zone de 20-40 m. (14 %), 7 fois dans celle de 40 à 60 m. (30 %), 4 fois de 60-80 m. (16 %), une fois à 84 m. et 2 fois de 100 à 120 m. Cosmopolite, elle fréquente les eaux douces et salées, est très répandue en Suisse et fut trouvée dans la profondeur des lacs Léman (150 m.), Quatre-Cantons (83 m.), Majeur (17 m.).

4. *Macrostomum appendiculatum* (= *hystrix*), répandu dans les eaux douces ou salées, est toutefois exceptionnel dans la profondeur, car il vit de préférence parmi les végétaux. On ne l'a trouvé que dans le Léman (150 m.) et le lac de Brienz (100 m.).

5. *Prorhynchus stagnalis*, une des espèces du deuxième groupe de VON HOFSTEN, est purement limicole et par conséquent est plus exposé que les espèces phytophiles à se rencontrer dans la profondeur ; cependant cette espèce marque une préférence pour les étangs et les mares. Elle est cosmopolite, connue en Europe, Amérique, en maints endroits suisses ; dans la profondeur, elle n'est mentionnée qu'au Léman à 60 m.

6. *Provortex lacustris*. — Le lac de Neuchâtel a déjà fourni à la faune suisse un représentant d'un genre jusqu'ici exclusivement marin, l'*Acrorhynchus* (= *Trigonostorum*) *neocomense*, décrit en 1903 par FUHRMANN. Nos pêches ont livré plusieurs exemplaires d'un Turbellaire fort curieux, très petit (0^{mm},7), semblable à un gros infusoire. Étudié par M. le professeur FUHRMANN, il a été placé dans le genre *Provortex* de GRAF, qui compte 5 espèces certaines répandues surtout dans l'Atlantique nord. Une autre espèce, *P. sphagnorum* = *Pilgramilla* s., a été trouvée en Bohême par SEKERA. — Notons ici qu'il est trop tôt pour attribuer à l'espèce, comme on l'a fait pour tant d'autres au su de leur parenté marine, un habitat strictement profond. Nous essayerons de démontrer plus loin que les facteurs qui permettent à une espèce la pénétration et l'habitat dans les profondeurs doivent être cherchés non pas dans l'origine et l'histoire de l'espèce, mais bien dans ses mœurs, son régime alimentaire, sa préférence pour les eaux pures richement oxygénées.

7. *Dalyellia armigera*, moins fréquente parmi les plantes que dans la vase, est connue en Europe septentrionale, aux environs de Genève et de Bâle, dans les mares de Pouillerel, etc. D'après VON HOFSTEN, elle serait très répandue mais peu abondante, d'où la difficulté de la trouver. Deux exemplaires à 35 et 40 m. établissent que, comme la plupart des espèces aimant la vase, elle peut descendre dans les zones semi-profondes.

8. *Dalyellia fusca*, espèce créée par FUHRMANN, est si proche de *D. armigera* que VON HOFSTEN a cru devoir les réunir. Une nouvelle étude entreprise sur un exemplaire

trouvé à 40 m. prouve que *D. fusca* doit être rétablie au rang d'espèce. Les seules stations en sont les environs de Bâle et notre lac.

9. *Phaenocora clavigera* est une espèce limicole fréquente dans le littoral des lacs d'où elle peut descendre dans la profondeur ainsi que le témoigne VON HOFSTEN (15 m. dans le lac de Brienz). Elle y est toutefois exceptionnelle. On la connaît en Suisse des environs de Bâle, des mares de Pouillerel. Ailleurs sa présence est sujette à caution. L'un des deux exemplaires était infecté d'une Grégarine nouvelle et présentait des déformations parasitaires qui ont empêché sa détermination spécifique.

10. *Opisthomum pallidum*, rentrant dans la première catégorie de VON HOFSTEN, est décrite ainsi par cet auteur : « Seltene Art, schon am Ende des Winters auftretend und in später austrocknenden, mit faulendem Laub gefüllten Tümpeln lebend. » Sa présence dans la profondeur est donc une étrangeté ; il en faut conclure que son habitat n'est pas aussi strictement limité que VON HOFSTEN veut bien le croire.

11. *Opisthomum lacustris* est un de nos Rhabdocèles les plus fréquents, car 5 pêches à 30, 35, 40, 103 et 120 m. l'ont contenu. Il semble donc fort bien adapté à la profondeur.

12. *Olisthanella nassonoffi*. — Les 4 espèces de ce genre citées en Suisse paraissent, à l'exception de *O. truncula*, douteuses ou incertaines à VON HOFSTEN. *O. nassonoffi*, jamais trouvée en Suisse ou dans la faune profonde avant nos recherches, est une espèce limicole mentionnée en Russie et au Danemark.

13. *Olisthanella truncula* a déjà été trouvée dans la profondeur du Léman (45 m.) et du lac de Neuchâtel (DUPLESSIS), les environs de Bâle et peut-être le Bodan (160 m.). Elle vit isolément dans la vase, le littoral des lacs, et est connue en Europe centrale et orientale.

14. *Rynchomesostoma rostratum*, disséminée sur tout le territoire suisse, vit parmi les plantes, plus rarement dans la vase. Elle est signalée dans la profondeur du Léman (45 m.) et dans celle du lac d'Annecy. Notre trouvaille à 72 m. établit son record de profondeur. L'exemplaire trouvé était dépourvu de pigment, avait les yeux réduits, preuve d'une adaptation à la vie abyssale.

15-21. *Castrada*. — Ce genre polymorphe nous a fourni toute une série de formes dont quelques-unes à 84 m., 120 m., 133 m., trop jeunes, n'ont pu être déterminées.

Castrada segnis, connu jusqu'ici seulement dans les environs de Bâle, ne paraît fréquenter qu'exceptionnellement les profondeurs. — *C. viridis*, qui vit d'ordinaire parmi les plantes, est dans le même cas ; du reste ces 2 espèces ont été trouvées à 20 m. où la végétation n'est pas exclue. — *C. spinulosa* et *C. quadridentata* manquent d'ordinaire dans le littoral et semblent caractériser, d'après VON HOFSTEN, le fond des grands lacs. Ils doivent, toujours d'après cet auteur, être comptés parmi les anciens habitants d'eau douce, d'origine non glaciaire. Le premier n'est connu qu'en Suisse, dans les lacs Majeur (8-40 m.), de Brienz (10-35 m.) et de Thoune (60-70 m.). Le second est cité dans ces deux derniers lacs, dans le Léman et en Suède. — *C. armata* vit d'ordinaire parmi les plantes, exceptionnellement dans la vase. Il était déjà connu des littoraux de notre lac et du lac de Joux, des environs de Bâle. — *C. monardi* est l'espèce la plus abondante ; très proche de *C. spinulosa*, elle s'en distingue par une forme tout autre du pénis, offre le même genre de vie et doit avoir la même origine. — *C. tridentata* est également voisin de *C. quadridentata* ; il est, après le *C. monardi*, le plus fréquent de nos Typhoplanides.

22. *Mesostoma monorchis*, trouvé à 65 m., est une curieuse espèce de ce genre très caractérisée par l'union des deux testicules qui forment une coupole au-dessus de l'intestin.

23. *Mesostoma lingua*, un des Rhabdocèles les plus fréquents en Suisse, habite les étangs, les littoraux des lacs, tantôt parmi les plantes, tantôt dans la vase. Il est cité dans l'Europe centrale et septentrionale et s'avance jusqu'en Asie. Citons sa présence à 70 m. dans le Léman, à 40 m. dans le lac de Thoune, dépassées toutes deux par celle à 133 m. dans notre lac.

24. *Mesostoma ehrenbergi*, répandu dans toute l'Europe et dans l'Amérique du nord, offre le même genre de vie que l'espèce précédente. Il est connu dans la profondeur du Léman (60 m.). Dans notre lac, il paraît fréquenter surtout les grandes profondeurs, tandis que son congénère habite indistinctement toutes les zones ; c'est ce que prouvent nos trouvailles.

M. lingua, 12 m., 16 m., 17 m., 60 m., 103 m., 112 m., 120 m. et 133 m.

M. ehrenbergi, 84 m., 103 m., 105 m., 110 m., 112 m., 133 m.

25. *Acrorhynchus neocomense*. — FUHRMANN décrit en 1903 son *Hyporhynchus neocomense*, placé plus tard dans le g. *Trigonostomum*, puis tout récemment attribué par cet auteur au g. *Acrorhynchus*. Ce genre, à l'exception de cette espèce et de la suivante, est uniquement marin et comprend 6 espèces répandues dans le littoral de l'Atlantique et des mers attenantes. *A. neocomense* fut trouvé d'abord dans notre lac à 53 et 120 m., puis découvert par VON HOFSTEN dans le lac Majeur à 30-40 m. D'après ce dernier auteur, il appartient aux espèces caractéristiques du limon des grands lacs et au même groupe géographique que les Allocèles. Remarquons toutefois qu'il est fort disséminé dans notre lac, qu'il ne se rencontre qu'en individus isolés et que le terme de caractéristique implique l'idée de fréquence.

26. *Acrorhynchus lacustris* est nouveau pour la science. — Un autre individu du même genre, malheureusement trop jeune pour être étudié, appartient peut-être à une troisième espèce.

27. *Gyratrix hermaphroditus* est une espèce très fréquente dans les eaux persistantes, les rivages des lacs, parmi les plantes ou dans la vase. Elle est rare dans la profondeur et n'a été trouvée que dans le Léman (60 m.) et le Ceresio (70 m.). Les notes de M. le prof. FUHRMANN la mentionnent dans 5 dragages de 40 à 120 m., sa station la plus profonde trouvée. Mais elle semble être devenue plus rare dans les fonds de notre lac, car nous ne l'avons trouvée que deux fois, à 28 et 34 m. — Très commune en Suisse, surtout dans les hauts lacs alpins, elle est connue en outre en Europe, Asie, Afrique, Amérique.

28. *Plagiostomum lemani*, le plus répandu sinon le plus abondant de nos Turbellaires, habite presque exclusivement le fond des grands lacs du versant nord des Alpes. Il est toutefois téméraire de dire avec ZSCHOKKE qu'il augmente en nombre avec la profondeur ; la statistique dressée à propos de *D. lacteum* montre qu'il fréquente presque également toutes les zones du lac. Cependant, il évite à peu près complètement, comme toutes les espèces caractéristiques du fond, le cône de l'Areuse où nous n'en avons trouvé que 2 exemplaires fortement pigmentés. Outre les grands lacs (Léman

300 m., Annecy 60 m., Bourget 50 m., Zurich, Quatre-Cantons 214 m., Constance 200 m., Bienne 40 m., Brienz et Thoune 100 m., Zoug 200 m., Joux 25 m., Starnberg, Vetter), il fréquente aussi les anciens bras du Rhin près de Bâle, mais manque totalement au sud des Alpes. Bien loin d'être restreint à la profondeur, il habite aussi le littoral ; EKMAN dit à ce sujet : « Da die Art... in so geringer Tiefe wie 1-4 m. angetroffen worden ist..., kann das Meiden des eigentlichen Uferwassers im Vetter nicht von den Temperaturverhältnissen desselben abhängen, sondern muss auf die Wirkungen der Brandungen zurückzuführen sein. » En outre cet auteur, contrairement à VON HOFSTEN, constate que *P. lemani* fréquente aussi bien le sable que le limon ; sa présence à la Motte confirme cette constatation. Toutefois nous nions qu'il y ait incompatibilité entre ces habitats. Les détritiques trop abondants, les eaux souillées sont pour son existence d'un plus grand effet que la grosseur des grains du limon, et les espèces sont plus sensibles aux conditions chimiques du milieu qu'à sa conformation mécanique.

29. *Otomesostoma auditivum* partage avec *P. lemani* la gloire de caractériser la faune turbellarienne des grands fonds. Comme lui, il habite le fond du Léman, des lacs de Neuchâtel, Bienne, Zurich, Quatre-Cantons, Bodan, Brienz, Thoune, possède une répartition nord et centre-européenne ; mais à sa différence, il a aussi été trouvé au sud des Alpes. Pas plus que *P. lemani* il n'est une espèce sténobathe, comme le démontre la statistique citée plus haut. Il évite enfin le cône de l'Areuse.

FOREL et DUPLESSIS en ont vu, en tous temps, des individus adultes ; tel n'a pas été notre cas. Sur les 200 exemplaires trouvés, 8 seulement étaient adultes et furent trouvés à 22, 26, 33, 35, 44 et 45 m., donc toujours à des profondeurs faibles. Ce fait semble indiquer pour *O. auditivum* une adaptation incomplète à la profondeur ; peut-être même les individus trouvés dans les grands fonds sont-ils descendus des zones semi-profondes.

Remarques sur les Turbellaires.

Ainsi que le tableau général le témoigne, 12 espèces n'ont été trouvées qu'une seule fois et 8 en un seul exemplaire. Déjà VON HOFSTEN, dans sa belle liste de Turbellaires pro-

fonds des lacs de Brienz et de Thoune, a fait la même constatation, car 9 de ces espèces ne se trouvèrent qu'en une station et 3 autres dans 2 ou 3 seulement. Ainsi les Rhabdocèles, sauf toutefois les 4 ou 5 espèces qui viennent en tête de liste, et sauf en quelques endroits privilégiés (par exemple devant le Seyon à 30 et 40 m.) sont fort rares et seulement en individus isolés dans les zones profondes de notre lac. En rapprochant cette remarque du fait que très peu d'espèces dans notre lac n'ont été trouvées que dans le littoral, on ne peut s'empêcher de conclure que toutes — à l'exception de celles qui sont liées, par leur régime, à la présence de végétaux vivants ou qui vivent en symbiose avec des algues — peuvent descendre dans la profondeur.

VON HOFSTEN a divisé les Rhabdocèles en 3 catégories oécologiques. Ceux de la première, vivant dans les eaux temporaires, n'habitent ni le littoral ni la profondeur des lacs. (*Opisthomum pallidum* constitue ici une remarquable exception ou doit être retiré de ce premier groupe.) Ceux de la deuxième catégorie qui vivent parmi les plantes sont présents dans le littoral, exceptionnels dans la zone semi-profonde (*Macrostoma appendiculatum*, *Castrada segnis*, *C. viridis*) ; mais ceux qui vivent indifféremment parmi les plantes ou dans la vase, ou ceux qui sont limités à la vase se trouvent tous ou presque tous dans la profondeur d'un lac ou d'un autre. Citons : *D. armigera*, *G. hermaphroditus*, *M. lingua*, *R. rostratum*, *S. leucops*, *P. stagnalis*, *P. clavigera*, *O. truncula*, *O. nassonoffi*, *C. armata*. Enfin le troisième groupe comprend les espèces absentes des étangs et des littoraux à végétaux et qui sont naturellement toutes présentes dans la profondeur (*P. lemani*, *O. auditivum*, *C. spinulosa*, *C. quadridentata*, *A. neocomense*). Ainsi apparaît nettement que les nécessités alimentaires sont pour les espèces les conditions essentielles qui règlent leur distribution verticale dans les bassins de nos lacs.

Quant à l'origine de quelques-unes de ces espèces, et spécialement de *P. lemani* et *O. auditivum*, on sait les discussions nombreuses qu'elle a soulevées. Ces genres habitant la mer, on était conduit, par un postulat tout naturel quoique non démontré, à assigner à ces deux espèces une proche origine marine. Ce fait rapproché de leur prétendue sténothermie d'eau froide — qui, d'après VON HOFSTEN, est loin d'être prononcée « eine vorliebe für kaltes Wasser ist hier nicht nachgewiesen worden ; ... nur sehr schwach stenotherm... si meiden nur sehr stark erwärmtes Wasser », a sug-

géré à ZSCHOKKE l'idée que l'immigration dans les eaux douces a eu lieu à l'époque glaciaire ou à sa cessation. Les très abondantes eaux douces qui résultaient de la fonte des glaces ont dû, en effet, dessaler l'eau des Océans et les recherches de PELSENEER montrent précisément que la pénétration des faunes marines dans les eaux douces s'accomplit de préférence dans ces conditions. Mais VON HOFSTEN remarque d'autre part : 1° que la parenté du Plagiostome et de l'Otomesostome avec les espèces marines est loin d'être aussi rapprochée qu'on le dit ordinairement, ce qui implique encore le postulat non démontré que toutes les espèces évoluent avec la même vitesse. L'on sait en outre combien rapidement varient des espèces marines que l'on adapte expérimentalement à l'eau douce ; 2° que parmi les espèces marines de Plagiostomes, 3 seulement fréquentent les mers du Nord et que le centre de dispersion de ce genre doit se trouver plus au sud ; 3° qu'aucune de ces deux espèces n'est strictement sténobathe profonde ou sténotherme d'eau froide ; 4° qu'*Otomesostoma* n'a été trouvé que 3 fois dans les hauts lacs et que *Plagiostomum* ne l'a jamais été. De tous ces arguments, VON HOFSTEN conclut à ce que l'abandon des mers par les ancêtres de ces deux espèces (auxquelles on peut joindre *Acrorhynchus* et *Provortex*) a eu lieu, comme pour les Cytheridées, avant l'époque glaciaire.

La question de l'origine des Turbellaires reste donc en suspens ; pour qu'une espèce marine soit arrivée depuis peu dans nos eaux douces, elle doit satisfaire, nous semble-t-il, aux conditions suivantes : 1° faible aire de répartition ; 2° très proche parenté avec les espèces marines ; 3° présence de l'espèce dans les eaux salées ou saumâtres. Or nos Turbellaires sont loin de satisfaire entièrement à ces conditions.

Comparaison des faunes turbellariennes profondes de notre lac et des autres lacs suisses.

Notre lac avec ses 29 espèces profondes et ses 8 espèces littorales est donc la station la plus riche de toute la Suisse et peut-être du monde entier. Le Léman contient en effet 24 espèces profondes, dont 4 douteuses. Des 20 espèces restantes ¹, 14 sont communes aux deux lacs. C'est : *D. lacteum*,

¹ D'après ZSCHOKKE, p. 170. — D'après VON HOFSTEN, il n'y aurait dans la profondeur du Léman que 13 Rhabdocèles.

S. leucops, *M. lineare*, *M. appendiculatum*, *P. stagnalis*, *O. truncula*, *R. rostratum*, *C. spinulosa*, *C. viridis*, *M. lingua*, *M. ehrenbergi*, *G. hermaphroditus*, *P. lemani*, *O. auditivum*.

Le lac des Quatre-Cantons ne possède qu'une faune très pauvre ou plutôt mal connue. Quatre espèces seulement, les plus communes partout, y existent : *M. lineare*, *P. lemani*, *O. auditivum*, *D. lacteum*.

Egalement insuffisamment connu est le lac de Lugano qui n'a livré qu'un Rhabdocèle déterminé, *G. hermaphroditus*, et 3 Triclades : *D. lacteum*, *P. alpina*, *P. nigra*. Le Léman possède le deuxième, le Vetter le troisième.

Par contre les lacs de Brienz et de Thoune ont livré à VON HOFSTEN 15 espèces profondes parmi lesquelles *S. agile*, *S. elongatum*, *C. lanceola*, *L. minuta*, *D. cuspidata*, *C. truncata* n'ont pas été retrouvées ni dans notre lac ni, à peu de chose près, dans le Léman.

Le Vetter a fourni *Castrada lanceola*, *P. lemani*, *O. auditivum*, *D. lacteum* et *punctatum*, *P. nigra* et *Planaria* sp. dont la première et les 3 dernières sont absentes de notre lac.

Ainsi *D. lacteum* est la seule espèce commune à tous ces lacs. *O. auditivum* et *P. lemani* ne manquent qu'au Ceresio. *M. lineare* fréquente quatre de ces lacs. Quant aux autres espèces, elles sont ou spéciales à un lac, ou n'en habitent que deux.

Ces comparaisons sont résumées dans le tableau suivant, où, à l'intersection d'une ligne horizontale et d'une verticale se trouve le nombre d'espèces communes aux deux lacs.

	Léman	Neuchâtel	Quatre-Cant.	Br. Th.	Lugano	Vetter
Léman . . .	20	14	4	7	3	3
Neuchâtel . .		29	4	9	2	3
Quatre-Cantons .			4	4	1	3
Brienz et Thoune .			.	15	1	3
Lugano . . .					4	2
Vetter . . .						6
Espèces particul.	5	14	0	5	0	1

6. Cestodes.

FOREL (1884) cite deux espèces de ce groupe pouvant exister à l'état libre dans nos lacs : *Ligula simplicissima* Rud. et *Caryophylleus laticeps* (Pall) = *mutabilis* Rud. Nous n'avons trouvé que cette dernière espèce, assez abondam-

ment, dans 10 dragages à 44, 45, 50, 51, 60, 60, 65, 72, 84 et 144 m., tantôt libre, vivante ou morte, tantôt à l'intérieur de *Tubifex velutinus* et *T. hammoniensis*. ZSCHOKKE en a trouvé aussi plusieurs exemplaires à 35 m. parmi des débris d'Oligochètes, et FEHLMANN la signale à 60 et 70 m.

A titre de renseignement sur les espèces que ce parasite fréquente de préférence, établissons la liste des Oligochètes dans les dragages où il s'est trouvé :

44 m. *T. hammoniensis*, *tubifex*, *velutinus*.

45 m. *T. hammoniensis*, *velutinus*, *S. heringianus*.

51 m. *T. hammoniensis*, *velutinus*.

60 m. *T. hammoniensis*, *velutinus*, *ferox*.

60 et 65 m. *T. hammoniensis*, *velutinus*.

72 m. *T. hammoniensis*, *velutinus*, *ferox*. *Stylaria lacustris*.

144 m. *T. tubifex*, *hammoniensis*, *velutinus*. *St. lacustris*.

50 et 84 m. *Oligochètes* non recueillis.

Les seules formes communes à tous ces dragages étant *T. hammoniensis* et *T. velutinus*, on en conclut que ces deux espèces sont les hôtes préférés de *C. laticeps*.

7. Rotateurs.

ZSCHOKKE (1911) déplore que les Rotateurs profonds des lacs aient été jusqu'ici si peu étudiés. « Die systematische und faunistische Feststellung der profund in den Alpenrandseen lebenden Rädertierchen bleibt vorläufig ein Wunsch. » Il tient comme très probable la découverte de nombreux Rotateurs profonds, comme MURRAY l'a montré dans les lochs écossais. Mais, ajoute-t-il, « typische Formen fanden sich nicht ; alle gesammelten Arten waren gemeine und weiterbreitete Bewohner des Litorals ». Réunissant les données à lui connues, ZSCHOKKE cite 16 espèces, provenant presque toutes du Loch Ness. Des lacs suisses sont cités : *Floscularia ornata* et *F. proboscidea* du Léman et du lac d'Annecy. *Philodina aculeata* du lac Majeur, *Rotifer* sp. du lac de Lugano et du lac Majeur, et *Proales* sp. du Ceresio. Ni ZSCHOKKE, ni VON HOFSTEN, ni EKMAN n'en mentionnent dans les lacs qu'ils ont étudiés.

Cette rareté des trouvailles s'explique, croyons-nous, par l'insuffisance des méthodes de recherches ; fort petits, peu mobiles, les Rotateurs du fond passent souvent inaperçus sans l'emploi du microscope binoculaire qui est indispensable.

Grâce à lui, nous avons pu en recueillir quelques-uns, mais seulement dans les derniers dragages, alors que notre attention fut éveillée par la première découverte.

Les Rotateurs du lac ont été étudiés par FUHRMANN (19 espèces du plankton) et THIÉBAUD (22 espèces littorales et 6 espèces profondes) ; d'après ce dernier auteur, 47 espèces fréquentent notre lac, auxquelles on doit ajouter deux espèces trouvées par nous-mêmes. Si nous comparons la faune rotatorienne du canton, du lac et de la profondeur, nous obtenons le tableau suivant :

Faunes :	A. suisse	B. lac	C. prof.	Rapports :	B : A	C : A	C : B
genres	73	32	9		44 0/0	12 0/0	28 0/0
espèces	311	49	11		16 0/0	4 0/0	22 0/0

Les coefficients génériques des 3 faunes sont respectivement 0,23, — 0,65, — 0,82. Ici encore leur valeur augmente à mesure que les conditions du milieu sont plus uniformes.

Le 9 % des Rotateurs du canton, le 22 % de ceux du lac se sont trouvés dans la profondeur ; cette faible proportion s'explique par le fait que ces animaux vivent de préférence dans les eaux stagnantes et chaudes, chargées de débris organiques, conditions non remplies dans la profondeur. THIÉBAUD remarque toutefois que quelques espèces sont adaptées aux eaux froides et ont leur maximum de fréquence au printemps. Or, deux seulement de ces dernières, *Rotifer vulgaris* et *Euchlanis macrura*, se sont trouvées dans la profondeur ; cependant les autres espèces de la faune profonde sont voisines de celles que THIÉBAUD indique.

Rotateurs	Profondeur	Drag.	Indiv.	Auteurs
	m.			
1. <i>Philodina macrostyla</i> , Ehrb.	40	1	—	THIÉBAUD
2. <i>Rotifer trisecatus</i> , Weber	23-40	4	c.	THIÉBAUD, MONARD
3. <i>Rotifer tardigradus</i> , Ehrb.	23-139	4	c.	THIÉBAUD, MONARD
4. <i>Rotifer vulgaris</i> , Schrk.	30-73	4	c.	MONARD
5. <i>Callidina progionidia</i> , mihi	33-135	6	c.	MONARD
6. <i>Notommata brachyota</i> , Ehrb.	20	1	—	THIÉBAUD
7. <i>Diglena forcipata</i> , Ehrb.	35-139	3	3	THIÉBAUD, MONARD
8. <i>Arthroglena uncinata</i> , (Milne)	40	1	—	FUHRMANN
9. <i>Diaschiza gibba</i> , (Ehrb.)	40	1	—	THIÉBAUD
10. <i>Euchlanis dilatata</i> var. <i>macrura</i> , (Ehrb.)	144	1	1	MONARD
11. <i>Colurella</i> , sp.	40	1	—	FUHRMANN

Ploeosoma hudsoni, trouvé parfois, provient du plankton.

1. *Philodina macrostyla* habite les mousses, mais surtout les lacs, les étangs, où elle subsiste toute l'année, preuve d'une eurythermie prononcée. Elle est connue déjà dans la profondeur du Loch Ness. Sa présence dans la profondeur est toutefois occasionnelle ; un seul dragage l'a recueillie à 40 m.

2. *Rotifer trisecatus* habite les mares, les étangs riches en détritux ; lent et lourd, il nage fort peu et a son maximum de fréquence en avril et en mai, ce qui indique une espèce d'eau plutôt froide. Dans le canton, il est mentionné dans le lac de Saint-Blaise et dans un étang à La Chaux-de-Fonds. A l'embouchure du Seyon, où les détritux sont nombreux, il s'est trouvé avec abondance.

3. *Rotifer tardigradus* = *tardeus*. — Encore une espèce lourde et nonchalante, disséminée un peu partout du printemps en automne. Il semble adaptée à la vie profonde, ainsi que le montre sa présence à 139 m. et le nombre des dragages où il s'est trouvé.

4. *Rotifer vulgaris*, espèce fréquente, se trouve pendant toute l'année. Les étangs, les mares, mais aussi le littoral des lacs sont ses aires préférés. Nous en avons recueilli de nombreux exemplaires de 0,4 à 0^{mm},5, répondant à la deuxième variété de ZACHARIAS, dans le cône de l'Areuse (3 fois) et celui du Seyon (1 fois).

5. *Callidina progonidia*, le plus fréquent de nos Rotateurs, est une espèce acclimatée à la profondeur et qui lui semble spéciale. Elle s'est trouvée à 33 m., 34 m., 35 m., 103 m., 133 m., 135 m. en individus isolés ; cependant elle doit être beaucoup plus fréquente, mais sa petite taille et ses habitudes sédentaires rendent sa découverte difficile.

6. *Notommata brachyota* est une forme d'été, trouvée par THIÉBAUD dans le port de Neuchâtel à 20 m. Elle doit être tout exceptionnelle dans la profondeur.

7. *Diglena forcipata*. — Relativement commune dans tous les mois de l'année, cette espèce est signalée à Pouillerel et dans la vieille Thièle. A 35 m. devant l'Areuse, à 53 m. devant Neuchâtel et 139 m. devant Auvernier, elle s'est trouvée dans la profondeur, en un exemplaire chaque fois.

8. *Arthroglena uncinata* (= *Diglena uncinata*) est le Rotateur le plus fréquemment récolté dans le Loch Ness. Une

seule fois à 40 m., dans un dragage fort riche en Rotateurs, cette espèce s'est trouvée dans notre lac.

9. *Diaschiza gibba* (= *D. semiaperta*), très répandue, fréquente les lacs, étangs, marécages, du printemps à l'automne. Un seul dragage à 40 m. la signale dans notre lac. *D. senuior* a été trouvée dans les profondeurs du Loch Ness.

10. *Euchlanis macrura* semble, suivant THIÉBAUD, préférer les eaux froides. Une seule fois, à 144 m., elle a été trouvée dans la faune profonde ; mais cet habitat est sujet à caution, la trouvaille ayant été faite 15 jours après le dragage.

11. *Colurella* sp. — Une espèce de ce genre, *C. obtusus* Gosse, est signalée dans la faune profonde du Loch Ness. Aucun *Colurus* n'est indiqué dans le lac, mais *C. bicuspidatus* et *C. obtusus* ont été trouvés dans le lac de Saint-Blaise et dans une mare à Auvernier. Ils aiment les eaux pures ; quelques espèces préfèrent même les eaux froides.

Le rôle que jouent les Rotateurs dans la faune profonde est donc assez minime ; nulle part leur abondance est telle qu'elle donne au dragage une physionomie particulière. Il s'agit surtout d'espèces répandues partout, eurythermes, descendues à la faveur de circonstances favorables (abondance de débris végétaux) dans les zones semi-profondes. Seules, les espèces du genre *Rotifer* et *Callidina progenidia* semblent s'être acclimatées à l'habitat régulier des zones profondes. Enfin aucune de ces espèces n'est liée à des apparitions saisonnières.

8. Gastrotriches.

Chaetonotus maximus Ehrb., cosmopolite, eurytherme, se nourrissant de débris organiques, devait trouver dans les abysses des lacs des conditions favorables à son développement. Cependant sa petite taille l'a fait échapper à la plupart des observateurs. IMHOF le signale à 64 m. dans l'Achensee, VOIGT à 30 m. dans le Plönersee, FEHLMANN à 50, 70, 90 et 288 m. dans le lac de Lugano. Ce dernier auteur remarque avec raison qu'il paraît être sporadique et se trouve de préférence dans les endroits où les détritus abondent, le lac d'Agno par exemple. Nous l'avons trouvé 3 fois à 33 m., 73 m., 133 m. devant l'embouchure du Seyon et dans le cône de l'Areuse, précisément dans les conditions spécifiées par FEHLMANN.

9. Nématodes.

La très régulière présence des Nématodes dans les profondeurs des lacs est signalée par la plupart des auteurs. ZSCHOKKE (1911) les indique comme réguliers mais ses chiffres se rapportent à la zone semi-profonde. Les travaux de HOFMÄNNER, au contraire, montrent que certaines formes (*M. dubia*, *T. gracilis*, *T. longicaudatus*, *I. ignavus*, *D. stagnalis*, *D. carteri*) sont répandues dans le Léman depuis le littoral jusqu'aux profondeurs extrêmes, en nombre immense. Nos observations confirment pleinement ces données ; plus encore, nous estimons que le nombre des Nématodes vivant dans les zones profondes dépasse certainement et de beaucoup celui de tout autre groupe, les Oligochètes compris.

Les Nématodes de notre lac ont été déjà étudiés par DADAY (1911) qui signale 5 espèces récoltées dans les dragages de M. FUHRMANN et par HOFMÄNNER qui en cite 24 espèces, dont 16 restreintes au littoral. Notre matériel, déterminé par M. le Dr STEINER, s'est montré extrêmement riche, et a donné à ce spécialiste la matière d'un travail important¹. Nous renvoyons à ce travail pour tous les renseignements systématiques et morphologiques. — Les espèces que nous avons déterminées nous-même ont toutes été retrouvées par M. STEINER, à l'exception de *Diplogaster rivalis*.

A ce tableau, il faut encore ajouter 4 espèces mentionnées par HOFMÄNNER, mais non retrouvées par nous :

Tripyla filicaudata, de Man, 95 m.
Trilobus pellucidus, Bastian.
Cylindrolaimus lacustris, Hofmänner, 95 m.
Dorylaimus stagnalis, Dujardin.

La faune suisse, d'après HOFMÄNNER et MENZEL compterait 78 espèces de nématodes libres, mermithides non compris.

A. Faune suisse	B. Faune du lac	C. Faune profonde	B : A	C : A	C : B
genres 25	15	13	60 0/0	52 0/0	87 0/0
espèces 78	32	23	41 0/0	29 0/0	72 0/0

Les coefficients génériques sont respectivement : A. 0,32 — B. 0,47 — C. 0,56.

¹ Bulletin Société neuchâteloise des Sc. nat., 1918, p. 142.

Nématodes	Profondeur	Drag.	Ind.	0/0	Nouv.		Districts
	m.				lac	prof.	
1. <i>Alaimus primitivus</i> , de Man.	120	1	1	1	+		I
2. <i>Aphanolaimus aquaticus</i> , v. Daday	33-139	4	4	4			I, II, VII
3. <i>Monohystera paludicola</i> , de Man.	16-135	7	c.	9			V, VI, II, VII
4. » <i>vulgaris</i> , de Man	30-135	13	c. c.	17			partout
5. » <i>filiformis</i> , Bastian	33-84	5	c.	6	+		II, V, VIII
6. » <i>dubia</i> , Bütschli	8-139	20	c. c.	26			partout
7. <i>Tripyla papillata</i> , Bütschli	23-120	3	p. c.	4	+		II, VIII
8. <i>Chromadora bioculata</i> , Schneider	103-135	2	3	2			I
9. <i>Mononchus macrostoma</i> , Bastian	9-34	2	c.	2			VI, VIII
10. <i>Ironus ignavus</i> , Bastian	16-135	55	c. c.	70			partout
11. <i>Ironusignavus</i> var <i>colourus</i> , n. v. Steiner	60-81	4	4	4	+	+	I, VII, VIII
12. <i>Trilobus gracilis</i> , <i>typica</i> , Bastian	17-88	6	c.	7			II, III, VI
13. » » var. <i>homophysalidis</i> , n. v. St.	12-139	23	c. c.	30	+	+	I, III, V, VI, VII
14. » » v. <i>allophysis</i> , n. v. St.	33	1	1	1	+	+	II
15. <i>Cylindrolaimus brachystoma</i> , Hofmänner	34-139	4	5	6	+		III, IV
16. <i>Diplogaster rivalis</i> , Leydig	52	1	2	1	+	+	V
17. <i>Plectus pedunculatus</i> , Hofmänner	33-103	6	7	7			I, II, III, V
18. » <i>cirratus</i> , Bastian	30	1	r.	1			II
19. » <i>palustris</i> , de Man	38	1	1	1			V
20. <i>Tylenchus</i> , sp.	84	1	1	1			V
21. <i>Dorylaimus carteri</i> , Bastian	35-65	2	2	3	+		V
22. » <i>fecundus</i> Cobb. v. <i>helveticus</i> n. v. Steiner	12-144	52	c. c.	66	+	+	partout
23. <i>Dorylaimus longicaudatus</i> , Butschli v. <i>aquatilis</i> , n. v. St.	53-73	3	6	4	+	+	II, VII, VIII
24. <i>Mermis pachysoma</i> , n. sp. Steiner	45	1	1	1	+	+	III
25. » <i>aorista</i> , n. sp. Steiner	17	1	1	1	+	+	VI
26. <i>Paramermis contorta</i> , Linst. v. <i>bathycola</i> , n. v. Steiner	67	1	1	1	+	+	II
27. <i>Paramermis zschokkei</i> , Schmassmann	45	1	1	1	+	+	III
28. » <i>limnetica</i> , (v. Daday)	22	1	1	1	+	+	VI
29. » <i>annulosa</i> , (v. Daday)	30-144	9	11	11			I, II, III, VII
30. » <i>conura</i> (v. Daday)	22	1	1	1			VI
31. » <i>bathybia</i> (v. Daday)	45-72	3	3	4	+		III, VII, VIII
32. » <i>macroposthia</i> n. sp. Steiner	42	1	1	1	+	+	III
33. » <i>austriaca</i> , (Micoletzky)	72	1	1	1	+		VII
34. <i>Bathymermis Fuhrmanni</i> , Daday	42-103	7	9	9			I, VII

Le nombre des espèces descend régulièrement à mesure que la profondeur augmente ; c'est ce que démontre le tableau suivant :

Jusqu'à 10 m. — 34 espèces.	Jusqu'à 80 m. — 17 espèces.
» 20 m. — 33 »	» 90 m. — 14 »
» 30 m. — 30 »	» 100 m. — 12 »
» 40 m. — 27 »	» 110 m. — 12 »
» 50 m. — 24 »	» 120 m. — 10 »
» 60 m. — 22 »	» 130 m. — 10 »
» 70 m. — 20 »	

Nous ne pouvons donner ici l'ordre de fréquence ; les petites espèces recherchées seulement dans les derniers dragages ont fourni des nombres trop faibles. Ainsi les *Mono-hystera*, très fréquents, ont dû se trouver dans tous les dragages.

69 dragages sur 78 ont livré des Nématodes, en nombre très variable.

6 dragages ont livré chacun 1 espèce	
22 » » »	» 2 espèces
19 » » »	» 3 »
8 » » »	» 4 »
8 » » »	» 5 »
3 » » »	» 6 »
2 » » »	» 7 »
1 » » »	» 8 »

Ironus ignavus, *D. fecundus* et *T. gracilis* se sont rencontrés fréquemment ensemble ou deux à deux (50 fois). Les autres espèces ont toujours été accompagnées d'une de ces trois, sauf dans 3 cas. Le tableau suivant donne du reste les principales associations observées.

<i>I. ignavus</i> + <i>D. fecundus</i> 41 fois.
<i>I. ignavus</i> + <i>T. gracilis</i> 33 fois.
<i>I. ignavus</i> + une autre espèce 21 fois.
<i>D. fecundus</i> + une autre espèce 22 fois.
<i>D. fecundus</i> + <i>T. gracilis</i> 33 fois.
<i>I. ignavus</i> + <i>D. fecundus</i> + <i>T. gracilis</i> 27 fois.
<i>T. gracilis</i> + une autre espèce 24 fois.

Le grand nombre de ces associations multiples, qui serait plus élevé encore si les petites espèces eussent été partout

recherchées, est un fait à signaler. Il démontre indubitablement la fréquence remarquable des Nématodes dans les profondeurs et leur résistance aux conditions défavorables de ce milieu. Leurs sociétés, très nombreuses en individus, le sont aussi en espèces qui vivent côte à côte sans se nuire.

La comparaison de nos Nématodes profonds avec ceux du littoral (voir HOFMÄNNER et MENZEL) est intéressante. Ces auteurs y citent 22 espèces parmi lesquelles 12 (nos 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 18, 21 de notre liste) ont été découvertes dans la profondeur. Des 10 restantes, 6 descendent dans le Léman ou un autre lac au-dessous de 30 m. ; il ne resterait donc que 4 espèces (*Microlaimus menzeli*, *Dorylaimus attenuatus*, *D. filiformis*, *D. macrolaimus*) réservées à la région littorale. Et cet exclusivisme apparent est à la merci d'une trouvaille heureuse. Déjà nos pêches ont établi que *Diplogaster rivalis*, *Tylenchus* sp. et *D. longicaudatus*, envisagés jusqu'alors comme littoraux, peuvent pénétrer dans les profondeurs. Il n'est donc pas téméraire d'affirmer que « tous les Nématodes littoraux peuvent, régulièrement ou occasionnellement, descendre dans le fond de nos lacs ».

Comparaison de nos Nématodes avec ceux du Léman. — HOFMÄNNER, qui a particulièrement étudié le Léman, y cite 52 espèces dont 31 sont profondes. 19 de ces dernières sont communes aux deux lacs ; 4 autres, littorales au Léman, sont profondes dans le nôtre.

Comparaison avec le lac des Quatre-Cantons. — 11 espèces sont communes aux deux lacs ; 6 autres, *Ethmolaimus lemani*, *Aulolaimus oxycephalus*, *Cylindrolaimus communis*, *Dorylaimus bathybius*, *D. Zschokkei*, *Monohystera helvetica*, sont spéciales à la profondeur de ce lac.

Les autres lacs sont moins bien connus ; voici toutefois un tableau qui montre les espèces communes et particulières de 6 lacs. A l'intersection d'une ligne verticale et d'une ligne horizontale se trouve le nombre d'espèces communes aux deux lacs.

	Léman	Neuchâtel	Quatre-Cant.	Lugano	Majeur	Vetter
Léman . . .	31	19	13	6	15	3
Neuchâtel . . .		22	11	5	12	3
Quatre-Cantons .			22	5	12	2
Lugano . . .				6	5	2
Majeur . . .					19	2
Vetter . . .						7
Espèces particul. :	7	3	6	0	3	2

Malgré l'insuffisance de nos connaissances, une conclusion importante se dégage du tableau : c'est le grand nombre d'espèces profondes communes à plusieurs lacs. Ainsi *I. ignavus*, *T. gracilis*, *M. vulgaris* fréquentent les profondeurs de tous ces lacs. Une exploration plus attentive des différentes cuvettes ferait ressortir encore le caractère cosmopolite de ces Nématodes.

Un fait est encore à relever ; c'est l'absence de formes profondes proprement dites, différant des espèces littorales par des caractères tranchés. La courbe des espèces (voir p. 198), d'allure remarquablement régulière, montre que le nombre des espèces diminue avec la profondeur dans une proportion presque mathématique ; il n'en serait pas de même si nous avions affaire à une faune profonde caractérisée. L'origine des Nématodes du fond des lacs n'est donc pas douteuse ; il s'agit avant tout d'espèces littorales descendues régulièrement ou accidentellement dans la profondeur.

1. *Alaimus primitivus*, répandu dans l'Europe centrale, septentrionale et orientale, est indiqué en Suisse dans le Léman (260 m.), le lac des Quatre-Cantons (15 m.), le lac Majeur (90 m.). Il fréquente aussi la terre humide, les mousses. Une femelle a été constatée à 120 m.

2. *Aphanolaimus aquaticus* est connu en Suisse du littoral et de la zone semi-profonde du Léman (30 m.), des lacs de Joux et Quatre-Cantons. Notre trouvaille à 139 m. montre qu'il peut descendre plus bas dans les lacs. 3 femelles et 1 mâle ont été trouvés à 33, 34, 133 et 139 m.

3. *Monohystera paludicola*. — HOFMÄNNER et MENZEL tiennent cette espèce pour un habitant typique de nos lacs, littoral et profondeur jusqu'à 80 m. Elle s'est trouvée en grande abondance devant l'Areuse et sur la Motte, en exemplaires disséminés jusqu'à 135 m., son record de profondeur. On la trouve un peu partout en Europe.

4. *Monohystera vulgaris*. — Extrêmement répandue dans le lac, cette espèce s'est trouvée chaque fois que nous avons recherché les petits nématodes. On la signale dans la plupart des lacs suisses, littoral et profondeur ; mais notre trouvaille à 135 m. est la plus profonde à ce jour. Elle paraît être exclusivement aquatique, mais est toutefois cosmopolite, car on la mentionne encore dans toute l'Europe et l'Afrique.

5. *Monohystera filiformis*, moins fréquent que l'espèce précédente, est signalé dans le Léman, les lacs des Quatre-

Cantons (210 m.), de Lugano, de Joux, Majeur. Il fréquente aussi la terre humide et est répandu dans presque toute l'Europe.

6. *Monohystera dubia*. — HOFMÄNNER et MENZEL tiennent cette espèce pour synonyme avec *M. setosa* Butschli. STEINER, au contraire, considère la question comme non résolue. Il s'agit probablement d'un groupe de 3 espèces voisines, différant par le développement des soies, l'organe latéral spiralé ou circulaire, qui sont *M. dubia*, *M. setosa* et *M. pseudosetosa*. Notre forme est identique, à peu de chose près, à celle de HOFMÄNNER ; elle s'est montrée très abondante à l'Areuse et sur la Motte, mais fréquente aussi le fond du lac. Quelques individus avaient le tube digestif bourré de Diatomées.

7. *Tripyla papillata*. — Fréquentant aussi bien la terre humide que la vase des lacs, ce ver a été trouvé dans le Léman jusqu'à 240 m., dans le lac Majeur jusqu'à 90 m., dans le littoral du lac des Quatre-Cantons, de plusieurs lacs alpins, en Allemagne, Hollande, Autriche, France. Il est rare dans notre lac où il descend jusqu'à 120 m. — *T. filicaudata*, signalé par HOFMÄNNER dans notre lac, l'est encore par le même auteur dans le Léman jusqu'à 310 m.

8. *Chromadora bioculata*. — 3 mâles et 2 femelles ont été trouvés à 103 et 135 m. On l'indique encore dans le Léman (70 m.), le littoral des lacs des Quatre-Cantons, de Joux, de Hütwil — en Hollande, Allemagne, Autriche-Hongrie, Russie, France.

9. *Mononchus macrostoma*. — Une nombreuse colonie de cette espèce habite la Motte à 9 m.; un exemplaire jeune a été ramené de 34 m. Elle existe encore dans le Léman (240 m.), le lac Majeur (60 m.), le Rhône, l'Europe centrale et septentrionale, l'Afrique.

10. *Ironus ignavus* est l'espèce la plus fréquemment trouvée, parfois en très grande quantité. Dans 4 dragages (53 m., 65 m., 70 m., 122 m.), elle a surpassé considérablement en nombre les autres espèces. Une pipette de 0^{cm}3,8 en a contenu une fois 15 exemplaires, 3 mâles et 12 femelles. La répartition par profondeur, donnée par le tableau suivant, montre que les chiffres les plus forts correspondent à 120 et 144 m., preuve que la forme est parfaitement adaptée à la profondeur.

Nous n'avons pas recherché le sexe de tous les individus trouvés ; nos fiches indiquent 130 femelles et 56 mâles. Le travail de STEINER donnera une statistique plus exacte.

	0 à 20 m.	20 - 40 m.	40 - 60 m.	60 - 80 m.	80 - 100 m.	100 - 120 m.	120 - 144 m.
	Prés. ‰	Prés. ‰	Prés. ‰	Prés. ‰	Prés. ‰	Prés. ‰	Prés. ‰
<i>I. ignavus</i> ¹	1 12,5	11 61	12 52	12 48	8 66	4 44	7 70
<i>D. fecundus</i>	3 37	10 55	11 48	9 36	7 58	3 33	9 90
<i>T. gracilis</i>	6 75	10 55	7 35	7 28	5 42	3 33	4 40

Très commune dans le littoral et la profondeur de tous nos lacs, cette espèce ne quitte pas l'eau. Elle se trouve encore dans l'Europe centrale et septentrionale.

11. *I. ignavus* var. *colourus*, différant du type par une queue conique et très courte, a été décrit d'après 2 femelles et 2 mâles, trouvés dans nos matériaux.

I. helveticus, signalé par DADAY, est actuellement considéré comme synonyme d'*I. ignavus*.

12. *Trilobus gracilis*. — Très répandue dans le lac, cette espèce s'est trouvée dans 42 dragages, soit le 54 %. Dans nos déterminations, nous n'avons pas recherché la variété, ce qui explique la différence de ces chiffres d'avec ceux du tableau général, où ne figurent que les déterminations de STEINER.

Var. *typica*. — Elle est indiquée à 17, 33, 35, 44, 70 et 88 m. et est plus rare que la var. *homophysalidis*. Elle se trouve encore dans le Léman, et la plupart des lacs suisses, mais non dans la terre ferme. On la signale en Europe, en Asie, en Afrique, en Amérique du Sud.

Var. *homophysalidis*. — Soupçonnée par HOFMÄNNER, cette variété se distingue de la forme type chez le mâle par 5 grandes papilles préanales, également distantes les unes des autres et très saillantes. D'après STEINER, elle dériverait de la forme typique et correspond à la race II de STEFANSKY. Très fréquente dans le lac, cette belle variété existe en une nombreuse colonie à la Motte où les mâles étaient particulièrement abondants. STEFANSKY la signale à 11 m., 300 m. et 305 m. dans le Léman.

Var. *Allophysis*. — Elle diffère des précédentes par une queue plus longue, sans soies terminales et un organe latéral différent. Une seule femelle a été trouvée dont le tube digestif était rempli d'infusoires.

¹ Le premier chiffre de chaque colonne indique le nombre de dragages où l'espèce a été trouvée ; le deuxième, le rapport de ce chiffre avec celui des dragages effectués aux mêmes profondeurs.

Trilobus pellucidus que nous n'avons pas retrouvé est indiqué par HOFMÄNNER et MENZEL dans les lacs Léman, Neuchâtel, Majeur, Quatre-Cantons, etc.

15. *Cylindrolaimus brachystoma* n'a été trouvé jusqu'à présent que dans les lacs Léman, Majeur, des Quatre-Cantons, dans le littoral et la profondeur. Nos chiffres (34 m. et 139 m.) corroborent ces constatations. — *C. lacustris*, trouvé dans le Léman et dans notre lac, n'a pas été recueilli dans nos dragages.

16. *Diplogaster rivalis*. — Cette espèce, aquatique seulement, est citée dans le littoral du Léman, en Allemagne, Hollande, Autriche-Hongrie, Danemark. Deux femelles mûres, trouvées à l'Areuse, établissent qu'elle peut vivre dans la profondeur.

17. *Plectus pedunculatus*. — Très nombreux, les *Plectus* n'ont été recherchés que dans les derniers dragages, d'où la faiblesse de leurs chiffres de fréquence. — *P. pedunculatus*, le plus fréquent, existe dans le littoral et la profondeur du Léman, du lac Majeur, et dans le littoral du lac des Quatre-Cantons. La station de 103 m. est la plus profonde à ce jour.

18. *Plectus cirratus*, répandu dans la terre et les eaux de l'Europe centrale et septentrionale jusqu'en Russie et au Spitzberg, paraît plus rare dans la profondeur que le précédent. Les littoraux du Léman, du lac des Quatre-Cantons (40 m.), des hauts lacs alpins, sont ses stations citées à ce jour.

19. *Plectus palustris*, connu dans le Léman (80 m.), le littoral de notre lac, en Autriche, Hollande et Allemagne, peut aussi descendre jusqu'à 38 m. dans notre lac. C'est une espèce seulement aquatique.

20. *Tylenchus* sp. — Un individu malheureusement indéterminable a été trouvé à 84 m. devant l'Areuse. *T. intermedius* est signalé jusqu'à 40 m. dans le Léman; les deux autres espèces de ce genre trouvées en Suisse sont terrestres.

21. *Dorylaimus carteri*. — Aquatique et terrestre, cette espèce habite le Léman jusqu'à 38 m.; elle est fréquente dans les Alpes jusqu'à 2000 et 4000 m., s'est trouvée en Angleterre, France, Allemagne, Autriche. Deux femelles seulement, appartenant à la variété *longicaudata* de MICOLETZKY, ont été capturées à 35-65 m.

22. *Dorylaimus fecundus* var. *helveticus*. — Ce nématode, dont le type n'a été trouvé jusqu'à présent que dans le Poto-

mac en Amérique¹, est l'une des espèces les plus fréquentes de notre lac. Cependant ni DADAY, ni HOFMÄNNER ne la mentionnent ; il y a eu certainement confusion avec le *D. stagnalis* indiqué comme fréquent à toutes les profondeurs. Mais d'après STEINER, il ne s'agit certes pas du *D. stagnalis*, et l'espèce en question se tient fort près du *D. fecundus* de Cobb dont elle ne diffère que par un nombre plus considérable de papilles préanales chez le mâle.

Le fait étonnant de deux stations aussi éloignées que le Potomac et le lac de Neuchâtel semblerait inexplicable si l'on ne se souvenait que l'étiquette de *D. stagnalis* a bien souvent été mise à la légère. Tout un groupe de formes, voisines de *D. stagnalis*, mais qui en diffèrent par des caractères constants et dont fait partie *D. fecundus*, ont été confondues sous ce même nom. Cette distribution si étonnante pourrait donc bien être ramenée à une distribution continue.

D. fecundus, var. *helveticus*, paraît donc être le Nématode caractéristique de notre lac. Le lac des Quatre-Cantons en possède deux espèces : *D. bathybius* et *D. Zschokkei*, le lac de Thoune possède *D. crassoïdes*. Y a-t-il donc, dans les espèces de ce genre, un phénomène semblable à celui qui se passe chez les Pisidies, à savoir que dans chaque bassin une espèce particulière s'est développée ? C'est ce que semblent indiquer ces *Dorylaimus* à habitat restreint ; d'autre part, il ne faut pas oublier que la faune des Nématodes libres est moins connue que celle des Mollusques, que leur étude réserve encore beaucoup de surprises et qu'il est encore trop tôt pour songer à des généralisations.

23. *Dorylaimus longicaudatus* var. *aquatilis*. — Cette variété se distingue du type principalement en ce que, chez le mâle, la queue est longue et filiforme comme chez la femelle. L'espèce est signalée encore dans le littoral du Léman, en Allemagne, Hollande, Autriche-Hongrie, dans la terre et dans l'eau. HOFMÄNNER au Léman n'en a trouvé que des femelles ; il se pourrait donc que sa trouvaille se rapportât aussi à la variété *aquatilis* de STEINER.

Mermithidae. - Peu nombreux en individus, riches en espèces, les *Mermis* de la faune profonde se rencontrent souvent par nids. Dans tel dragage on en trouve 5 ou 6 exemplaires, puis aucun pendant longtemps. Ils paraissent essen-

¹ Nous l'avons trouvé depuis dans la profondeur du lac de Morat (30 m.).

tiellement eurybathes, et leur distribution géographique est réglée par celle de leurs hôtes.

24. *Mermis pachysoma*, 25 *Mermis aorista*, 32 *Paramermis macroposthia*, sont des espèces nouvelles créées par STEINER sur nos matériaux. Leur répartition géographique inconnue ne permet aucune conclusion à leur égard.

26. *Paramermis contorta*, var. *bathycola*, dont le type fréquente la Limmat, les lacs de l'Engadine, celui d'Oeschinen, a été trouvé une seule fois à 67 m. La variété nouvelle est intermédiaire entre *P. contorta* et *P. fluviatilis*.

27. *Paramermis zschokkei*. — Trouvée dans le lac de Silvaplana à 30 m. et dans celui des Quatre-Cantons à 10 m., cette espèce peut descendre plus bas, comme le prouve un dragage effectué à 45 m.

28. *Paramermis limnetica* (= *Limnomermis*). — Insuffisamment décrite par DADAY sur des exemplaires capturés à 40 et 80 m. dans le lac des Quatre-Cantons, cette espèce est difficile à reconnaître. Un mâle trouvé à 22 m. est attribué par STEINER à cette espèce.

29. *Paramermis annulosa* (= *Hydromermis*), est l'espèce la plus fréquente dans le lac où 11 femelles ont été trouvées. Le type a été créé par DADAY d'après une femelle capturée à 75 m. dans notre lac.

30. *Paramermis conura* (= *Bathymermis*). — Une femelle trouvée à 104 m. par M. FUHRMANN a servi à établir l'espèce. Un mâle jeune a été retrouvé à la Motte à 22 m.

31. *Paramermis bathybia* (= *Limnomermis*). — Trouvée d'abord dans le lac des Quatre-Cantons, à des profondeurs de 40-214 m., cette espèce fréquente aussi notre lac où deux mâles et une femelle ont été découverts à 45, 53 et 72 m.

33. *Paramermis austriaca* (= *Limnomermis*) a été décrit par MICOLETZKY d'après des exemplaires provenant de 30 m. au Lunger-Untersee. Un mâle adulte a été trouvé à 72 m. sur le flanc nord-est de la Motte.

34. *Bathymermis Fuhrmanni*. — 2 mâles et une femelle, récoltés à 99 et 104 m. par M. FUHRMANN, ont servi à décrire l'espèce. Nous en avons retrouvé 9 exemplaires, mâles et femelles, à 42, 44, 77, 85 et 103 m.

Remarques sur les Mermithidae. — Sur les 11 espèces citées, 6 sont particulières à notre lac, 3 autres (*P. zschokkei*,

P. limnetica et *P. bathybia*) sont communes aux lacs des Quatre-Cantons et de Neuchâtel, 1 autre (*P. contorta*) a une aire de distribution assez étendue et la dernière (*P. austriaca*) se rencontre dans les lacs de Lunger et de Neuchâtel. — Les seuls lacs comparables au nôtre sont ceux des Quatre-Cantons et le Vetter. Dans le premier, 14 espèces dont 11 spéciales sont signalées par DADAY. Dans le second, 7 espèces, toutes particulières, ont été trouvées par EKMAN.

16 dragages sur 78 ont présenté des *Mermis* ; 8 n'en présentaient qu'une espèce, 5 en possédaient 2 et 3 dragages chacun 3 espèces.

P. annulosa + *B. Fuhrmanni* 3 fois.

B. Fuhrmanni + *P. macrophostia* + *M. aorista* 1 fois.

M. pachysoma + *P. zschokkei* + *P. bathybia* 1 fois.

P. bathybia + *P. austriaca* + *B. Fuhrmanni* 1 fois.

P. contorta + *P. annulosa* 1 fois.

P. limnetica + *P. conura* 1 fois.

Remarque sur les Nématodes. — Des 23 espèces et variétés énumérées plus haut, 5 seulement sont à la fois terrestres et aquatiques. Ce sont *Alaimus primitivus* (fréquence 1), *M. filiformis* (fréquence 5), *T. papillata* (fréquence 3), *P. cirratus* (fréquence 1) et *D. carteri* (fréquence 2), toutes formes plutôt rares dans la profondeur. Les espèces bathyales sont donc celles qui sont le mieux adaptées à la vie aquatique et qui ont délaissé complètement l'habitat terrestre. Ce fait vient certainement à l'appui de la théorie de STEINER qui donne aux Nématodes une origine terrestre.

10. Nématomorphes.

Gordius aquaticus, dont la présence tout accidentelle est signalée dans les profondeurs du Léman, des lacs d'Annecy, de Joux, des Brenets, a été trouvé à 52 m. dans le cône de l'Areuse. 3 mâles, dont un vivant et 2 morts, y ont été capturés.

11. Némertiens.

Ce groupe, essentiellement marin, a passé longtemps pour n'avoir pas de représentant dans les eaux douces. DUPLESSIS le premier a constaté qu'une espèce, son *Emea lacustris*, fré-

quentaient les eaux du Léman. Depuis lors, FUHRMANN l'a retrouvée près de Bâle, LANG dans le lac de Zurich, et les trouvailles se sont multipliées. Mais nulle part encore on ne signale l'espèce comme faisant partie de la faune profonde ; il appartenait à nos recherches d'augmenter encore le nombre des groupes animaux descendant dans les profondeurs des lacs. *Prostoma lacustris* (Duplessis) a été trouvé à 23 m. et 35 m. devant l'Areuse et le Seyon, en un exemplaire chaque fois.

Ainsi, de tous les groupes animaux des eaux douces, seuls les Décapodes et quelques larves d'insectes n'ont pas encore été trouvés dans la profondeur des lacs. Ce fait montre bien comment ce milieu qui semble si spécial est en réalité ouvert aux pénétrations de toute espèce et rend manifestes les relations étroites qui existent entre la faune profonde et la faune littorale.

12. Oligochètes.

Les Oligochètes ¹ forment dans notre lac la partie la plus considérable de la population en volume du moins, car en individus leur nombre est surpassé par celui des Nématodes. Il en est de même dans les autres lacs. SCHNEIDER a compté 5750 Annélides dans 10 litres de limon provenant du lac de Bienne ; en certains endroits de notre lac (Areuse), il est même dépassé de beaucoup.

Les Oligochètes ont été étudiés dans 71 dragages ; ils sont au nombre de 24 espèces.

L'ordre de fréquence est :

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. <i>Tubifex velutinus</i> . | 5. <i>Tubifex ferox</i> . |
| 2. <i>Tubifex hammoniensis</i> . | 6. <i>Macrochaetina intermedia</i> . |
| 3. <i>Stylodrilus heringianus</i> . | 7. <i>Tubifex barbatus</i> . |
| 4. <i>Tubifex tubifex</i> . | 8. <i>Stylaria lacustris</i> . |

Beaucoup d'espèces (10) n'ont été trouvées qu'une seule fois ; ce sont probablement des espèces erratiques, égarées dans la profondeur à l'occasion de circonstances particulièrement favorables.

¹ Déterminés tous par M. le prof. PIGUET.

Oligochètes	Profondeur	Drag.	Ind.	0/0	Nouveaux lac pr.	Districts
	m.					
1. <i>Aelosoma</i> , sp.	40	1	r	1,4	+	I
2. <i>Paranais uncinata</i> , (Oersted)	26-59	2	r	2,8		I, VI
3. <i>Chaetogaster diaphanus</i> , (Gruit.)	52	1	c	1,4		V
4. » <i>langi</i> , Bretscher	73	1	r	1,4	+	V
5. <i>Nais variabilis</i> , Piguet	30	1	r	1,4	+	II
6. » <i>pardalis</i> , Piguet	44	1	r	1,4	+	II
7. <i>Macrochaetina intermedia</i> Bretsch.	30-133	9	c	12,6		I, II, III, VII
8. <i>Stylaria lacustris</i> , (Linné)	12-144	6	c	8,4		I, II, VI, VII
9. <i>Aulodrilus pluriseta</i> , Piguet	30	1	6	1,4	+	II
10. <i>Tubifex filum</i> , Michaelsen	47	1	r	1,4		I
11. » <i>tubifex</i> , (Müller)	12-144	13	cc	18,3		partout
12. » <i>barbatus</i> , (Grube)	7-34	8	cc	11,2		partout
13. » <i>hammoniensis</i> , Michael.	17-144	46	cc	63,5		partout
14. » <i>velutinus</i> , (Grube)	12-144	55	cc	77,5		partout sauf V
15. » <i>ferox</i> , (Eisen)	12-80	10	cc	14		partout sauf V
16. <i>Limnodrilus udekemianus</i> , Clap.	22-23	2	r	2,8		II, VI
17. » <i>helveticus</i> , Claparède	30	1	r	1,4		II
18. » <i>hoffmeisteri</i> , Piguet	25-34	4	r	5,6		I, II
19. » <i>claparedeanus</i> , Ratzel	34-35	2	r	2,8		I, II
20. <i>Stylodrilus heringianus</i> , Clap.	9-90	24	cc	33,8		partout
21. <i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller)	34	1	r	1,4	+	I
22. <i>Trichodrilus sanguineus</i> , (Bretsch.)	44	1	r	1,4		II
23. <i>Enchytréidée</i> , gen. sp. ?	12-40	2	r	2,8		II, VI
24. <i>Dorydrilus michaelseni</i> , Piguet	18-104					PIGUET

Le nombre des espèces suisses est, d'après PIGUET, de 194.

Nous obtenons donc le tableau suivant, qui compare les différentes faunes.

A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. profonde	Rapports : B: A	C: A	C: B
familles 8	5	5	62,5 0/0	62,5 0/0	100 0/0
genres 42	16	14	38 0/0	33 0/0	87 0/0
espèces 194	35	24	18 0/0	12 0/0	68 0/0

Les 68 % des espèces du lac descendent dans la profondeur ; les espèces qui restent cantonnées dans le littoral appartiennent surtout à la famille des Naïdées. Ce sont : *Aelosoma* sp., *Chaetogaster diastrophus*, *Ophidonais serpentina*, *Nais bretscheri*, *N. josinae*, *N. obtusa*, *N. pseudobtusa*, *N. simplex*, *N. blanci*, *N. communis*, *Dero perrieri*, *Pristina aquiseta*.

Les coefficients génériques des 3 faunes sont 0,21 — 0,36 — 0,57 ; comme d'ordinaire, ils croissent à mesure que le milieu s'uniformise.

Le nombre des espèces diminue avec la profondeur ; entre 30 et 40 m., une chute brusque semble indiquer une limite naturelle.

Jusqu'à 20 m. — 24 espèces	de 50 à 60 m. — 9 espèces
de 20 à 30 m. — 23 »	de 60 à 80 m. — 7 »
de 30 à 40 m. — 14 »	de 80 à 100 m. — 5 »
de 40 à 50 m. — 10 »	de 100 à 144 m. — 4 »

Les associations d'espèces sont très fréquentes ; voici les principales. D'abord les association à 2 espèces.

- T. velutinus* + *T. hammoniensis* 21 fois.
- T. velutinus* + *S. heringianus* 6 fois.
- T. velutinus* + *T. tubifex* 2 fois.
- T. velutinus* + *T. ferox* 1 fois.
- T. hammoniensis* + *S. heringianus* 2 fois.
- T. hammoniensis* + *T. tubifex* 1 fois.
- T. heringianus* + *T. tubifex* 1 fois.

Puis les associations à 3.

- T. velutinus* + *T. hammoniensis* + *S. heringianus* 9 fois.
- T. velutinus* + *T. hammoniensis* + *T. tubifex* 2 fois.
- T. velutinus* + *T. hammoniensis* + *T. ferox* 5 fois.
- T. velutinus* + *T. tubifex* + *T. ferox* 2 fois.
- T. hammoniensis* + *S. heringianus* + *T. tubifex* 2 fois.
- Enfin : *T. velutinus* + *T. hammoniensis* + *S. heringianus* + *T. ferox* 2 fois.

L'association la plus fréquente est celle de *T. velutinus* + *T. hammoniensis* trouvée 21 fois seule et 18 fois avec d'autres espèces ; elle paraît exister surtout dans la profondeur, car au-dessous de 90 m. elle est presque uniquement réalisée. — Au contraire l'association *T. velutinus* + *S. heringianus*, réalisée seule 6 fois, avec d'autres 11 fois, caractérise surtout les zones semi-profonde et sublittorale de 12 à 90 m.

La comparaison de notre faune d'Annélides avec celle d'autres lacs est intéressante. Elle est résumée dans le tableau

suivant qui donne, à l'intersection de deux lignes, le nombre d'espèces communes aux deux lacs :

	Léman	Neuchâtel	Quatre-Cant.	Br. Th.	Lugano	Vetter
Léman . . .	18	13	9	4	8	10
Neuchâtel. . .		24	9	5	9	10
Quatre-Cantons .			13	4	7	6
Brienx et Thoune				5	4	4
Lugano . . .					13	6
Vetter . . .						13
Espèces partic. .	2	5	1	0	0	1

Il résulte de ce tableau que le lac qui présente le plus d'analogie avec le nôtre est le Léman ; la principale différence réside dans le fait que *Bythonomus lemani*, très abondant au Léman, n'a pas encore été trouvé dans le lac de Neuchâtel. Les espèces communes à ces deux lacs sont les n^{os} 2 — 3 — 7 — 8 — 11 — 12 — 13 — 14 — 15 — 16 — 18 — 20 — 22 de notre liste.

Les espèces communes aux lacs des Quatre-Cantons et de Neuchâtel sont les n^{os} 2 — 3 — 8 — 10 — 11 — 13 — 15 — 19 et 20. Celles communes à notre lac et ceux de Brienx et de Thoune sont les n^{os} 8 — 11 — 15 — 20 et 21. Celles qui sont communes avec le lac de Lugano sont les n^{os} 8 — 10 — 11 — 12 — 13 — 14 — 15 et 20. Enfin celles communes avec le Vetter sont les n^{os} 3 — 7 — 8 — 11 — 12 — 13 — 15 — 17 — 18 — 20 de notre liste générale. 3 espèces seules sont communes aux 6 lacs ; ce sont : *Stylaria lacustris*, *Tubifex ferox* et *Stylodrilus heringianus*.

Ce que le lac de Neuchâtel offre de bien caractéristique, ce sont les espèces des g. *Aelosoma*, *Chaetogaster*, *Naïs*, *Aulodrilus*, *Limnodrilus*, *Lumbriculus*, c'est-à-dire surtout des Naïdées, habitant les rivages et s'aventurant dans la profondeur. Cette faune littorale pénètre dans notre lac plus profondément que dans les lacs voisins et sa faune profonde doit à cette circonstance sa richesse toute spéciale.

1. *Aelosoma* sp. — Ce ver, non déterminé spécifiquement, a été trouvé par M. FUHRMANN. Les espèces de ce genre habitent ordinairement les plantes aquatiques et la vase ; leur présence dans la profondeur paraît donc exceptionnelle.

2. *Paranais uncinata*. — Déjà mentionnée dans le Léman (50 m.), le lac des Quatre-Cantons (35 m.), cette espèce est fréquente dans le littoral de plusieurs lacs suisses. Sa présence à 59 m. est la plus profonde observée.

3. *Chaetogaster diaphanus* descend à 135 m. dans le lac des Quatre-Cantons. Il a trouvé dans le cône de l'Areuse, à cause de l'abondance des débris, un milieu favorable à sa multiplication.

4. *Chaetogaster langi*, signalé dans les tourbières, fréquente aussi les rivières et le littoral des lacs, parmi les plantes et les pilotis. Il est nouveau pour la faune profonde.

5. *Nais variabilis* et 6. *N. pardalis* habitent les étangs, les tourbières, les ruisseaux, les lacs. Tous deux sont signalés dans le Seyon ; leur présence devant l'embouchure de ce ruisseau, à 30 et 44 m., n'a donc rien d'extraordinaire.

7. *Macrochaetina intermedia*. — La répartition de cette espèce est fort différente de celle des *Tubifex*. Tandis que ceux-ci sont répartis à peu près uniformément dans le lac, *M. intermedia* existe à l'état de cités plus ou moins isolées, à population dense. Il est connu dans le Léman (1 exemplaire à 120 m.), dans le littoral du lac de Zurich et dans la Limmat. Les nombreux dragages qui l'ont contenu établissent sans conteste son adaptation à la faune profonde.

8. *Stylaria lacustris* est signalée un peu partout dans la faune profonde. Dans nos dragages, elle s'est montrée toujours disséminée et en petit nombre d'individus. La station la plus profonde est de 160 m. dans le lac de Constance.

9. *Aulodrilus pluriseta*. — Cette espèce rare, signalée dans la Seime, le Léman (45 m.), le Seyon et près de Zurich, a été trouvée à 30 m. devant le Seyon, où sa présence s'explique d'elle-même.

10. *Tubifex filum* habite normalement la profondeur du Ceresio (95 m.). Dans notre lac il paraît, au contraire, exceptionnel et n'a été trouvé qu'une fois à 47 m.

11. *Tubifex tubifex*. — Répandue partout, nullement caractéristique de la profondeur, cette espèce cosmopolite est très fréquente dans notre lac. EKMAN, dans le Vetter, la trouve cantonnée presque exclusivement dans le sédiment « vollgyttja », ce qui s'explique par le fait que ce sédiment est très riche en matières organiques.

12. *Tubifex barbatus*. — Observé à 120 m. dans le Léman, à 90 m. dans le Ceresio, il peut aussi descendre à des profondeurs comparables dans notre lac. Toutefois nous ne l'avons pas trouvé au-dessous de 34 m.

13. *Tubifex hammoniensis*. — Très fréquente dans le lac, où elle descend jusqu'à 144 m., cette espèce est signalée aussi dans la plupart des lacs suisses et les lacs insubriens, où elle fréquente le littoral aussi bien que la profondeur. Ce ver existe aussi dans les étangs, ruisseaux, eaux tourbeuses, etc., et ne peut donc passer pour caractéristique de la profondeur.

14. *Tubifex velutinus*. — Cette espèce constitue certainement la plus grande partie de la faune profonde de notre lac. Ailleurs aussi, elle est très richement représentée, quoique ZSCHOKKE ne l'ait pas trouvée et que FEHLMANN n'en indique que 3 exemplaires. Ce ver habite aussi le littoral des lacs, les sources des environs de Bâle, un fossé près de Lugano. Remarquons qu'il s'est trouvé à 12 m. à la Motte, mais qu'il semble éviter le cône de l'Areuse et les stations où les débris végétaux abondent. Il ne paraît pas exister en Suède ni dans les hauts lacs alpins. Son habitat préféré est donc les grands lacs glaciaires du plateau suisse ; son origine semble donc être alpine. Il ne paraît pas être sténotherme d'eau froide puisqu'il fréquente le littoral des lacs et même des fossés ; mais le fait qu'il évite le cône de l'Areuse autorise à penser que les conditions favorables à son existence sont, plutôt qu'une température basse, une eau pure, oxygénée, exempte de produits organiques en dissolution. La lenteur de ses mouvements empêche le renouvellement continu de l'eau à sa surface, et il doit suppléer à cela par le choix d'une eau très oxygénée.

15. *Tubifex ferox*. — Quoique très voisin du précédent, ce ver présente une distribution différente. Il préfère les hauts lacs alpins, est très fréquent en Suède. Il existe en grand nombre dans le Ceresio, dans le lac des Quatre-Cantons, mais est supplanté par *T. velutinus* dans notre lac et le Léman. Enfin on l'a trouvé dans des mares et des étangs élevés, dans des fossés tourbeux ; il ne saurait être compté parmi les espèces spéciales à la profondeur.

16. *Limnodrilus udekemianus*. — Connu dans le littoral de divers lacs, des étangs et des rivières, il s'est trouvé à la Motte à 22 et 23 m. Il est encore connu dans la zone sublittorale du Léman.

17. *Limnodrilus helveticus*. — Connu à 55 m. dans le Léman, à 112 m. dans le Vetter, cet Oligochète n'a été trouvé qu'une fois à 30 m. devant le Seyon.

18. *Limnodrilus hoffmeisteri*. — Plus commun que le précédent, il habite le Léman jusqu'à 120 m., divers lacs suisses, des étangs, des rivières, le Vetter jusqu'à 39 m. Quatre dragages (25-34 m.) l'ont livré en compagnie parfois de *L. claparedeanus*.

19. *Limnodrilus claparedeanus*. — BRETSCHER et ZSCHOKKE l'ont trouvé dans le lac des Quatre-Cantons à 195 m. de profondeur. Nos pêches le mentionnent à 34 et 35 m. devant le Port du Seyon.

20. *Stylodrilus heringianus*, très répandu dans toutes les régions de notre lac, est signalé dans le littoral et la profondeur des lacs du Plateau suisse et les lacs insubriens. Dans le Vetter, il fréquente tous les types de sédiments. Il s'agit d'une espèce résistante, s'acclimatant à des conditions très variées.

21. *Lumbriculus variegatus*. — Très répandu dans nos Alpes et les montagnes scandinaves où il habite la vase, les plantes aquatiques, les tourbières, il était signalé à 35 m. dans le lac de Thoune. Il avait échappé dans notre lac, avec *Bythonomus lemani*, aux recherches de PIGUET. Un exemplaire à 34 m. établit sa présence dans notre lac, tandis que *B. lemani* se dérobe encore à nos recherches.

22. *Trichodrilus sanguineus* est connu à 80 m. dans le Léman, à 28 m. dans notre lac, dans le Majeur et dans un ruisseau près d'Oerlikon. Nous ne l'avons trouvé qu'une fois à 44 m.

23. *Enchytréidée*. — Une espèce de cette famille, indéterminable, est déjà citée dans la profondeur par FEHLMANN à 270 m.

24. *Dorydrilus michaelsoni* est cité à 104 m. par PIGUET. Nous n'avons pas été assez heureux pour retrouver cette espèce, particulière à la faune profonde de notre lac.

13. Hirudinées.¹

La présence des Hirudinées, animaux de grande taille et carnivores, ayant besoin de proies volumineuses pour vivre, est accidentelle dans la profondeur. Toutefois, dans certains endroits où une accumulation considérable de débris végétaux permet une abondante population en *Tubifex*, *Limnées*

¹ Déterminées par M. le Dr Weber, Neuchâtel.

et *Dendrocoelum*, les sangsues peuvent prospérer et se maintenir. Or, de telles conditions sont remplies dans le cône de l'Areuse.

Jusqu'à présent, 2 espèces seulement ont été signalées dans la profondeur. 1° *Glossosiphonia complanata* est citée par VON HOFSTEN à 35 m. dans le lac de Thoune. FEHLMANN indique aussi une *Glossosiphonia* mais sans détermination d'espèce. 2° *Piscicola geometra* a été trouvée fréquemment dans le Léman, les lacs des Quatre-Cantons (32 à 90 m.), de Brienz (60 m.), de Thoune (40 m.), de Constance et enfin dans le Vetter où 10 exemplaires environ sont cités entre 15 et 39 m. — C'est en cette courte notice que se résument toutes nos connaissances sur les Hirudinées profondes. Nos recherches les élargissent toutefois dans de grandes proportions.

Hirudinées	Profondeur	Drag.	Ind.	Nouv. f. pr.	District
	m.				
1. <i>Piscicola geometra</i> , L.	30	1	2		I
2. <i>Glossosiphonia complanata</i> , L.	35-120	3	4		I, V
3. <i>Helobdella stagnalis</i> , L.	9-52	4	5	+	II, V, VI
4. <i>Herpobdella octoculata</i> , L.	73	1	1	+	V
5. <i>Herpobdella atomaria</i> , Carena	38-73	3	5	+	V

1. *Piscicola geometra* se fixe sur les Poissons qu'elle quitte par moments. Les pêcheurs la rencontrent parfois sur les filets de fond longtemps immergés. Il est étonnant que nous ne l'ayons pas trouvée plus fréquemment. Elle est commune dans toute l'Europe centrale et septentrionale.

2. *Glossosiphonia complanata* s'est trouvée 3 fois dont 2 devant l'Areuse. La troisième station, 120 m. devant Neuchâtel, se rapporte à une sangsue non déterminée mais munie de 6 yeux, mentionnée dans une liste de M. FUHRMANN. Elle se nourrit de Limnées mais s'attaque aussi aux larves de Chironomides. En Suisse, elle est mentionnée en Thurgovie et dans les environs de Berne, les lacs de Brienz, Thoune, Morat, etc. Elle est commune en Europe et dans les Etats-Unis.

3. *Helobdella stagnalis*, dont 3 exemplaires furent trouvés à l'Areuse, 1 sur la Motte et 1 dans le cône du Seyon, est très fréquente dans les eaux courantes ou tranquilles, parmi les plantes ou sous les pierres. Elle se nourrit de mollusques et de vers ; les espèces suivantes fréquentaient les lieux où ces sangsues furent découvertes : *T. tubifex*, *Chaetogaster dia-*

phanus, *T. barbatus*, *Stylodrilus heringianus*, *Limnodrilus udekemianus*, *Bythinia tentaculata*, *Valvata antiqua*, *Planorbis contortus* et *carinatus*, *Pisidium foreli* et *urinator*. — Cette espèce est commune dans toute l'Europe, l'Amérique et une partie de l'Asie.

4. *Herpobdella octoculata* a été trouvée une seule fois dans un dragage contenant *Valvata depressa*, *V. lacustris* et de nombreux *Tubifex*. Elle est répandue dans toute l'Europe.

5. *Herpobdella atomaria*. — Très fréquente dans les eaux courantes et tranquilles, cette espèce descend, à la faveur du cône de l'Areuse, à 73 m. de profondeur. Des *Tubifex*, *Limnea* et *Dendrocœlum* assurent sa nourriture. En Suisse elle est mentionnée dans les lacs de Thoune, Brienz, Bienne, Morat et les environs de Berne.

Aucune de ces espèces ne peut donc passer pour acclimatée définitivement à la profondeur. Il est à remarquer toutefois que ni l'obscurité, ni la pression considérable, ni la température basse et uniforme n'ont rebuté ces espèces. Elles ont trouvé dans le cône de l'Areuse une nourriture abondante et cette condition a suffi pour leur permettre le séjour à ces profondeurs. Partout ailleurs une population clairsemée de petites espèces ne leur fournit qu'une alimentation précaire et ne permet pas leur développement. Huit dragages ont été effectués à l'Areuse, 6 parmi eux contenaient des sangsues : ce fait montre bien l'influence prépondérante des conditions d'alimentation sur la répartition d'une espèce quelconque.

14. Cladocères.

Les premiers Cladocères de la faune profonde ont été signalés par FOREL (1884) qui nomme 6 espèces, *Eurycercus lamellatus*, *Camptocercus macrurus*, *Alona quadrangularis*, *Iliocryptus acutifrons*, *Sida crystallina* et *Pleuroxus* sp. DUPLESSIS y ajoute *Acantholebris curvirostris*. Plus tard, ZSCHOKKE ne trouve dans le lac des Quatre-Cantons que *Sida crystallina* (32 m.) et *Eurycercus lamellatus* (120 m.). VON HOFSTEN en cite 5 espèces, dont 1 est nouvelle pour la faune profonde : *Scapholebris mucronata*, — presque toutes recueillies dans le lac de Thoune, de 25 à 100 m. — FEHLMANN ne mentionne, dans le Ceresio, que *Sida crystallina* et *Daphnia longispina*, mais cette dernière est une forme franchement pélagique qui ne peut être comptée. Dans le Vetter, EKMANN

Cladocères		Profondeur	Nombre dr. ind.	o/o	Nouv. lac. pr.	Spé. ¹	Mois	Districts
1.	<i>Sida crystallina limnetica</i> , (Burk)	25-139 m.	7 c.	6	—	—	2, 5, 6	I, III, IV, V, VII, VIII
2.	<i>Latona schyfera</i> , (O.-F. Müller)	22	1 1	1	—	—	9	VI
3.	<i>Simocephalus vetulus</i> , Schödler	105	1 1 ♂	1	—	—	6	III, IV, VII
4.	<i>Macrothrix hirsuticornis</i> , Nor. & Brad.	30	1 1	1	—	—	10	II
5.	<i>Thiocryptus sordidus</i> , (Lievin)	12-84	10 c.	9	—	—	3, 5, 8, 9, 10	II, III, V, VI
6.	» <i>agilis</i> , Kurz	30	1 1	1	—	—	10	II
7.	» <i>acutifrons</i> , Sars G.-O.	30-45	2 4	2	—	—	9, 10	II
8.	<i>Eurycerus limellatus</i> , (O.-F. Müller)	11-12	2 3	2	—	—	8	VI
9.	<i>Gamplocercus vectrostris</i> , Schödler	12-67	7 c.	6	—	—	4, 9, 10, 11	II, III, VI
10.	<i>Aeroperus angustatus</i> , Sars G.-O.	28	1 1	1	—	—	8	V
11.	<i>Leydigia quadrangularis</i> , Leydig	30-84	5 c.	5	—	—	3, 9, 10	I, II, V
12.	<i>Atona affinis</i> , (Leydig)	17-114	22 c.c.	20	—	—	3, 4, 5, 8 à 11	I, II, III, V à VII
13.	» <i>quadrangularis</i> , (O.-F. Müller)	12-105	16 c.c.	14	—	—	2, 5, 6, 8, 9, 10	I, II, III, IV, V, VI
14.	» <i>costata</i> , Sars G.-O.	35-114	3 —	3	—	—	3, 10	I, VII
15.	» <i>rectangula</i> , Sars G.-O.	28	1 2	1	—	—	8	V
16.	<i>Ryncholadona rostrata</i> , (Koch)	47-114	3 r.	3	—	—	40	I, II, III, VII
17.	<i>Peracantha Fahrmanii</i> , Mihi	28-45	2 3	1	—	—	8, 10	III, V
18.	<i>Pleuranus trigonellus</i> , (O.-F. Müller)	30-85	9 c.	8	—	—	9, 10, 11	II, III
19.	» <i>uncinatus</i> , Baird	12-65	9 c.	8	—	—	3, 9, 10, 11	I, II, III, V, VI
20.	» <i>aduncus</i> , (Jurine)	35	1 —	1	—	—	11	III
21.	<i>Monosiphus dispar</i> , Sars G.-O.	16-84	7 c.	6	—	—	4, 5, 9, 10, 11	I, II, III, V
22.	<i>Anchistrophus emarginatus</i> , Sars	12	1 2	1	—	—	8	VI
23.	<i>Chydorus sphaericus</i> , (O.-F. Müller)	30-144	10 c.c.	9	—	—	3 à 5, 9 à 11	I, III, V, VII
24.	» <i>globosus</i> , Baird	28	1 1	1	—	—	8	V
25.	» <i>piger</i> , Sars	12-88	11 c.	10	—	—	3, 4, 7, 8, 10, 11	II, III, V, VIII

¹ Trouvée seulement dans notre lac.

énumère 10 espèces, dont 2 trouvées à l'état de carapace. Enfin ZSCHOKKE, réunissant toutes les données, signale 19 espèces, dont 9 sont spéciales à la profondeur de notre lac. Ainsi dans l'ensemble de tous les lacs de l'Europe centrale 10 espèces seulement ont été découvertes dans la faune profonde. A cette pauvreté s'oppose nettement la splendide richesse de notre lac où nous avons découvert 25 espèces. Il s'agit avant tout d'espèces littorales ; nous retrouvons dont ici le caractère essentiel de notre faune profonde, c'est-à-dire son envahissement progressif par les espèces venues du rivage.

L'ordre de fréquence est, pour les principales espèces :

1. *Alona affinis*.
2. *A. quadrangularis*.
3. *Chydorus piger*.
4. *Illicryptus sordidus*. *Ch. sphaericus*.
5. *Pleuroxus trigonellus*. *P. uncinatus*.
6. *Sida crystallina*. *Camptocercus rectirostris*.
Monospilus dispar.
7. *Leydigia quadrangularis*.
8. *Alona costata*. *R. rostrata*.
9. *I. acutifrons*. *E. lamellatus*.

La famille à laquelle appartiennent la plupart de ces espèces est celle des Chydoridées qui compte en Suisse 16 genres et 37 espèces parmi lesquelles nous avons trouvé, dans la faune profonde, 11 genres et 18 espèces, soit le 69 % et le 48 %.

Comparée à la faune du lac et à la faune suisse, qui contient le quart des espèces connues, nous trouvons les résultats suivants :

	A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. prof.	Rapports : B : A	C : A	C : B
familles	8	7	3	87 %	37 %	43 %
genres	34	26	16	76 %	47 %	61 %
espèces	73	45	25	61 %	34 %	55 %

Les coefficients génériques des 3 faunes, augmentant de A en C, sont respectivement 0,46 — 0,58 — 0,64.

Le classement du nombre d'espèces suivant la profondeur fournit le tableau suivant :

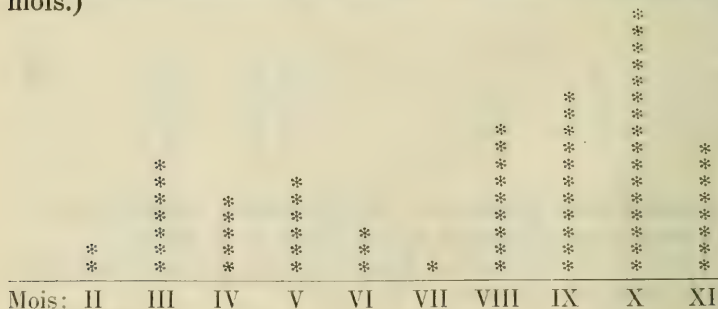
De 0 à 10 m.	25 espèces	De 0 à 60 m.	14 espèces
0 à 20 m.	23 »	0 à 80 m.	12 »
0 à 30 m.	19 »	0 à 100 m.	7 »
0 à 40 m.	17 »	0 à 110 m.	3 »
0 à 50 m.	15 »	0 à 144 m.	2 »

51 dragages sur 109 ont fourni des Cladocères ; ordinairement une seule espèce se trouve par dragage (dans 25 cas). Parfois plusieurs espèces cohabitent le même endroit et sont recueillies ensemble par la drague. Ainsi :

[illegible]

Les associations d'espèces les plus fréquentes sont *A. affinis* + *A. quadrangularis*, 7 fois. — *A. affinis* + *C. sphaericus*, 5 fois. — *A. affinis* + *I. sordidus*, 5 fois. — *A. quadrangularis* + *I. sordidus*, 5 fois. L'association des 3 espèces citées par ZSCHOKKE comme purement sténothermes d'eau froide (*M. hirsuticornis*, *I. acutifrons*, *C. piger*) ne s'est pas réalisée. Une fois seulement on en trouve deux, en compagnie, il est vrai, de 8 autres espèces d'allure plus cosmopolite.

La distribution des espèces dans le temps est, pour ces Crustacés, loin d'être uniforme. WEISSMANN distingue parmi eux des espèces *acycliques*, caractérisant la faune pélagique, *monocycliques* et *polycycliques* ; ces dernières étant propres, d'après ZSCHOKKE, aux hauts lacs alpins. La plupart de nos Cladocères ayant été trouvés porteurs d'œufs, le tableau suivant contribuera à éclaircir cette question. (Le nombre d'astérisques correspond au nombre d'espèces trouvées dans le mois.)



Les Cladocères se trouvent donc dans la profondeur de préférence au printemps et en automne. *Sida crystallina* n'a été trouvée qu'au printemps, d'autres (n^{os} 2, 4, 6, 7, 16, 17, 18, 20) seulement en automne; la plupart à la fois en automne et au printemps. L'été paraît leur être défavorable.

1. *Sida crystallina*, signalée dans toute l'Europe, en Asie, Amérique, est une espèce cosmopolite au premier chef. Dans la faune profonde, elle est citée par FOREL, ZSCHOKKE et FEHLMANN. Elle semble vivre dans les couches d'eau superposées immédiatement à la vase; souvent nous l'avons observée se reposant sur le limon ou courant à sa surface, ce que ne font jamais les espèces pélagiques ramenées par la drague. La station de 139 m. est la plus profonde connue. STINGELIN la croit monocyclique dans les mois de novembre et décembre; nos observations ne s'accordent pas avec cette opinion, puisque nous ne l'avons trouvée qu'au printemps.

2. *Latona setifera*. — Ce somptueux et rarissime Cladocère n'a été trouvé, jusqu'à présent, que 3 fois en Suisse (lacs de Saint-Blaise, de Seelisberg, de Constance). HERR (1917) le mentionne dans 12 étangs d'Allemagne, souvent en grande quantité. Il existe encore en Suède, Norvège, Danemark, Angleterre, Finlande, au Groenland et dans le lac Michigan. ZSCHOKKE dit à son sujet: « Genauere Naturforschungen werden auch vielleicht *L. setifera* in die Liste der Tiefentiere einreihen. » Il était réservé à nos recherches de combler cette lacune et d'accomplir les prévisions de ZSCHOKKE. Un exemplaire, magnifiquement coloré de violet améthyste et de vert émeraude, porteur de 5 œufs, a été trouvé à 22 m. sur les flancs de la Motte. La présence en Suisse de cette espèce nordique démontre une fois de plus la parenté des faunes suisse et arctique.

3. *Simocephalus vetulus*. — Mentionnée un peu partout en Suisse, cette espèce résistante et cosmopolite descend aussi dans la profondeur des lacs d'Annecy (IMHOF et ROUX) et de Thoune (VON HOFSTEN). Un mâle trouvé à 105 m. établit son record de profondeur.

4. *Macrothrix hirsuticornis* est compté par EKMAN parmi les espèces de sténothermie froide peu prononcée. Cité en France, Espagne, Allemagne, Bohême, son origine nordique est loin d'être certaine. THIÉBAUD l'a trouvé dans notre lac à 40 m.; nous l'avons revu à 30 m.

5. *Iliocryptus sordidus*. — Ce Cladocère cosmopolite, limicole, vivant toujours dans la vase où il se meut gauchement sans craindre de souiller sa robe, devait descendre dans la profondeur. THIÉBAUD, le premier, le signale à 40 m. ; nous l'avons retrouvé souvent et jusqu'à 84 m. Une fois même, il s'est montré si abondant dans un dragage à 30 m., en compagnie des deux autres espèces du genre, que nous l'avons donné comme espèce dominante¹.

6. *Iliocryptus agilis*, connu en Suisse aux environs de Bâle, en Italie dans le lac de Varèse, en Allemagne (HERR 1917, WEIGOLD 1910) où il paraît de juin à septembre, est rare en Suède, en Bohême, en Finlande. Jamais signalé dans la faune profonde, il y trouve cependant des conditions favorables, puisqu'il descend à 30 m. dans notre lac.

7. *Iliocryptus acutifrons*. — Mentionnée par FOREL sous le nom de *Moina bathycola* à 100 m. dans le Léman, par LILLJEBORG dans les lacs suédois, citée encore dans le Ladoga à 198 m., en Allemagne, Bohême, Angleterre et Etats-Unis, cette espèce est comptée par ZSCHOKKE parmi les sténothermes d'eau froide. Mais HERR (p. 75) dit à son sujet : « Bemerkenswert ist, dass *I. acutifrons*, der von allen Forschen als stenothermer Kaltwasserbewohner angesprochen wird, sich völlig den eigenartigen Bedingungen des Gebiets angepasst hat. Da der Art... ein kurzer Zyklus aufgezwungen ist, verhält sie sich wie eine ausgesprochene Sommerform. Ihre Geschlechtsperiode dauert von Juni bis September. » Son aire de distribution indique bien une origine arctique ; mais elle s'est montrée capable de modifier ses habitudes, suivant le milieu. — Peu fréquente dans notre lac, nous ne l'avons trouvée que deux fois, en compagnie de *I. sordidus*.

8. *Eurycercus lamellatus*. — Très souvent trouvée par ZSCHOKKE (120 m.), par FOREL (120 m.), par VON HOFSTEN (35 m.), cette espèce n'est citée par THIÉBAUD que dans le littoral et par nous-même à la Motte. Descendant si bas au Léman et au lac des Quatre-Cantons, il est probable que des recherches plus heureuses la signaleront au-dessous de 30 m. dans notre lac. Sa période sexuelle échoit en octobre (HERR).

9. *Camptocercus rectirostris*, signalé seulement au lac de Saint-Blaise, a été vraisemblablement confondu ailleurs avec *C. macrurus*, qui n'en doit être qu'une variété locale. STINGELIN tient pour douteuses les citations de *C. macrurus* et les attribue à *C. rectirostris*. Ce dernier, très typique, a été trouvé

¹ Nous l'avons retrouvé depuis lors dans la profondeur du lac de Morat (30 m.).

à 12 m. et 67 m. Il est connu encore dans l'Europe centrale, orientale, septentrionale et aux Etats-Unis.

10. *Acroperus angustatus*. — Connue dans l'Europe centrale, orientale et septentrionale, dans les Etats-Unis, cette espèce est assez fréquente en Suisse et fut trouvée notamment dans notre littoral. Elle est nouvelle pour la faune profonde.

11. *Leydigia quadrangularis*. — Cette jolie forme, qu'on trouve isolément en Suisse, Allemagne, Autriche, France, Russie, Etats-Unis, est signalée dans la profondeur par THIÉBAUD (40 m.) et LILLJEBORG (Mölar. 20-30 Faden). La station de 84 m. est la plus profonde connue.

12. *Alona affinis*. 13. *Alona quadrangularis*. — Ces deux espèces, cosmopolites, réunies parfois par certains auteurs, à tort croyons-nous, sont déjà citées maintes fois dans la faune profonde. Nos dragages les ont ramenées souvent, en des districts divers et jusqu'à 120 m. Elles paraissent très adaptées à la faune profonde.

14. *Alona costata*, également cosmopolite, habite les mares, les marais, le littoral des lacs. Trois dragages de M. FUHRMANN l'ont ramenée, mais nous n'avons pu la retrouver.

15. *Alona rectangula*, très répandue en Europe, citée dans le littoral de notre lac, a été trouvée à 28 m. dans un seul dragage, avec *Acroperus angustatus* et *Chydorus globosus*.

16. *Rynchotalona rostrata*. — L'un des exemplaires trouvés présentait une variation intéressante ; le postabdomen typique était celui de *R. rostrata*, tandis que le rostre, courbé en arrière, rappelait celui de *R. falcata*. — L'espèce est connue en beaucoup d'endroits, en Suisse, Italie du nord, Europe centrale et septentrionale, Etats-Unis.

17. *Peracantha Fuhrmanni* diffère assez de *P. truncata* pour que nous ayons cru devoir l'en séparer. Des débris de *P. truncata* ont été découverts par EKMANN à 39 m., un exemplaire mort par VON HOFSTEN à 45 m.

18. *Pleuroxus trigonellus* est connu dans toute l'Europe, l'Asie centrale, les Etats-Unis, l'Egypte. Il est nouveau pour la faune profonde.

19. *Pleuroxus uncinatus*, commun dans l'Europe centrale et septentrionale, fut trouvé à 40 m. par THIÉBAUD. Notre trouvaille à 65 m. établit son record en profondeur.

20. *Pleuroxus aduncus*. — Cette espèce cosmopolite est assez fréquente en Suisse. THIÉBAUD l'a trouvée à 20 m. et nous-même à 35 m.

21. *Monospilus dispar*, limicole, sans yeux, répandu dans toute l'Europe et l'Amérique du nord, était prédestiné à descendre dans la profondeur, comme toutes les espèces limicoles. THIÉBAUD le trouve jusqu'à 30 m., BREHM jusqu'à 64 m. dans l'Achensee, LILLJEBORG jusqu'à 12 Faden dans le Møelar. Nos pêches établissent son record en profondeur (84 m.).

22. *Anchistrophus emarginatus*, mentionné en Suisse dans les lacs de Saint-Blaise et de Neuchâtel, s'est trouvé à 12 m. à la Motte. Sa distribution restreinte (Suède, Norvège, Finlande, Angleterre) en fait peut-être une espèce d'origine arctique.

23. *Chydorus sphaericus*. 24. *C. globosus* sont deux espèces communes et cosmopolites, surtout la première qui descend fréquemment dans la profondeur. Elle y est indiquée par THIÉBAUD (65 m.), VON HOFSTEN (25 m.) et ZSCHOKKE (du Lünersee). Le dragage le plus profond (144 m.) en contenait quelques exemplaires. — *C. globosus* ne s'est trouvé qu'une fois, à 28 m., en un exemplaire bien typique, quoique un peu plus petit que la normale.

25. *Chydorus piger* est tenu, par ZSCHOKKE, pour une espèce purement sténotherme d'eau froide. Elle ne peut toutefois passer pour être d'origine nordique puisque DELACHAUX vient de la retrouver dans les Andes du Pérou. Nous l'avons trouvée de 12 m. (variation annuelle de température 14°) jusqu'à 88 m.

En résumé, la plupart des Cladocères énumérés sont des espèces cosmopolites et eurythermes. Ils sont erratiques dans la profondeur à l'exception de *Iliocryptus sordidus*, *Alona affinis*, *Alona quadrangularis* et *Monospilus dispar*. Quatre seulement peuvent passer pour être d'origine arctique.

Tableau des espèces communes.

	Léman	Neuchâtel	Quat.-Cant.	Br., Th.	Lugano	Vetter
Léman	6	5	2	2	1	2
Neuchâtel . . .		25	2	4	1	5
Quatre-Cantons .			2	1	1	1
Brienz, Thoune .				5	0	0
Lugano					1	0
Vetter						10
Espèces spéciales	1	16	0	1	0	5

15. Ostracodes.

Les Ostracodes, plus que les Cladocères, jouent un rôle important dans la biologie des profondeurs lacustres. Les premiers auteurs (FOREL, ASPER, IMHOF, DUPLESSIS) mentionnent, outre des *Candona* et *Cypris* non déterminés spécifiquement, 4 espèces qui sont *Cytheridea lacustris* (*Acanthopus resistans*), *Limnocythere sancti-patricii* (*A. elongatus*), *Cyclocypris laevis* (*Cypris minuta*) et *Candona candida* (*C. lucens*). Puis les belles recherches de KAUFMANN mettent au jour des Cytheridées intéressantes et cantonnées particulièrement dans les abysses de nos lacs. Enfin les récents auteurs de la faune profonde montrent cette richesse en Ostracodes par la découverte de 6 espèces dans le lac des Quatre-Cantons (ZSCHOKKE), de 11 dans les lacs de Brienz et Thoune (VON HOFSTEN), de 3 dans le Ceresio (FEHLMANN) de 10 dans le Vetter (EKMAN). Jusqu'à ce jour, d'après ZSCHOKKE, 14 Cypridées et 3 Cytheridées sont citées dans la faune profonde des lacs de l'Europe centrale.

Les Ostracodes du lac sont déjà connus par les travaux de KAUFMANN et THIÉBAUD. Nos pêches ont livré 13 espèces, une variété nouvelle, et deux formes de *Candona* indécises qui sont peut-être des espèces nouvelles. Les Ostracodes ont été étudiés dans 66 dragages.

Ostracodes	Profond.	Nombre		0/0	†	Districts
	m.	drag.	ind.			
1. <i>Cyclocypris laevis</i> , O.-F. Mül. Vavra	9-84	6	c.	9	L.	V, VI
2. » <i>pygmaea</i> , Cronbg.	8-73	13	c.	20		II, III, V, VI, VIII
3. » <i>serena</i> , Koch	22-84	6	c.	9		II, V, VI
4. <i>Cypria ophtalmica</i> , (Jurine)	8-144	59	c.c.	90	P.	partout
5. » » <i>v. punctata</i> , nov. var.	8-52	9	c.	14		II, III, V, VI
6. <i>Candona candida</i> , O.-F. Mül. Vavra	30-144	31	c.	47	P.	partout
7. » <i>neglecta</i> , Sars	12-139	44	c.	66		partout
8. » <i>studerii</i> , Kaufmann	12-139	8	a.r.	12	P.	partout
9. <i>Iliocypris lacustris</i> , Kaufmann	35-139	8	a.r.	12	P.	II, III, VII, VIII
10. <i>Herpetocypris reptans</i> , (Baird)	30	1	1	1		III
11. <i>Cypridopsis vidua</i> , (O.-F. Müller)	35-72	13	c.	20	L.P.	I, II, III, V
12. <i>Cytheridea lacustris</i> , (Sars)	8-144	27	c.	41	P.	part. sauf V
13. <i>Leucocythere mirabilis</i> , Kaufmann	34-112	3	r.	5		VI, VII
14. <i>Limnocythere sancti-patricii</i> , Br. & Rob.	12-139	12	a.r.	18	P.	VI, VII

† Espèces citées par KAUFMANN et THIÉBAUD. L. = littoral. P. = profondur.

L'ordre de fréquence est donc :

1. *Cypria ophthalmica*.
2. *Candona neglecta*.
3. *Candona candida*.
4. *Cytheridea lacustris*.
5. *Cyclocypris pygmaea*. *Cypridopsis vidua*.
6. *Limnocythere sancti-patrici*, etc.

Mais cet ordre de fréquence est bien changé si l'on ne tient compte que des dragages effectués au-dessous de 100 m. (13 dragages). Il devient :

1. *Cypria ophthalmica* 13 fois.
2. *Candona neglecta* 10 fois.
3. *Limnocythere sancti-patrici* 8 fois.
4. *Cytheridea lacustris* 7 fois.
Candona candida 7 fois.
5. *Iliocypris lacustris* 4 fois.
6. *Candona studei* 3 fois.
7. *Leucocythere mirabilis* 2 fois.

Nos pêches démontrent en outre que :

13 espèces descendent au-dessous de 30 m.

12 » » » 40 m., 50 m., 60 m., 70 m.

10 » » » 80 m.

8 » » » 90 m., 100 m., etc.

Le caractère des Ostracodes, moins littoral que celui des Cladocères, éclate dans ce tableau comparé à celui de ce dernier groupe.

Le seul ouvrage général traitant des Ostracodes suisses est celui de Kaufmann. Comparée à nos résultats, cette faune fournit les résultats suivants :

	A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. prof.	Rapports: B: A	C: A	C: B
genres	22	13	9	59 0/0	41 0/0	69 0/0
espèces	52	18	13	34 0/0	25 0/0	72 0/0

Les coefficients génériques sont respectivement : 0,42 — 0,72 — 0,69, et marquent ainsi une légère exception à la remarque déjà faite.

Les Ostracodes vivent souvent côte à côte ; ainsi

2 dragages contenaient chacun				7 espèces
3	»	»	»	6 »
6	»	»	»	5 »
19	»	»	»	4 »
18	»	»	»	3 »
10	»	»	»	2 »
7	»	»	»	1 »
65	»	contiennent en moyenne		3,3 »

Parmi les associations intéressantes, citons les suivantes :

C. ophtalmica + *C. neglecta* + *C. candida* 13 fois.

C. neglecta + *C. candida* 13 fois.

C. ophtalmica + *C. candida* 27 fois.

C. ophtalmica + *C. neglecta* 37 fois.

C. lacustris + *Cyclocypris* 10 fois.

C. lacustris + *L. sancti-patricii* 7 fois, etc.

Ainsi les *Candona* et *Cypria* d'une part, les *Cytheridae* et *Iliocypris* d'autre part, ont tendance à s'associer. Au contraire les *Cyclocypris* et les *Cytheridae* s'excluent ordinairement, sauf toutefois *Cytheridea lacustris* trouvée 10 fois avec des *Cyclocypris*. De ce tableau peuvent se déduire 3 groupes :

1° espèces littorales : *Cyclocypris pygmaea*, *C. laevis*, *C. serena*, *C. vidua*, *Herpetocypris reptans* ;

2° espèces profondes : *Limnocythere sancti-patricii*, *Leucomythere mirabilis*, *Iliocypris lacustris* ;

3° espèces indifférentes : *Cypria ophtalmica*, *Candona candida*, *C. neglecta*, *C. studeri*, *Cytheridea lacustris*.

Le même résultat ressort nettement du tableau des fréquences relatives (voir p. 152).

1. *Cyclocypris laevis*. 2. *C. pygmaea*. — Ces deux formes très voisines sont souvent réunies sous le même nom : *C. laevis*. Elles se trouvent ordinairement ensemble et fréquentent les endroits où les débris abondent. Cosmopolites, elles sont signalées dans la profondeur du Léman (60 m.), des lacs de Brienz (45 m.), des Quatre-Cantons (65 m.). La station de 84 m. est la plus profonde connue.

	0 — 19 m. 7 drag.	20 — 39 m. 13 drag.	40 — 59 m. 15 drag.	60 — 79 m. 14 drag.
<i>C. ophtalmica</i> .	3 dr. 43 %	11 dr. 85 %	14 dr. 93 %	10 dr. 71 %
<i>C. neglecta</i> .	2 dr. 29 %	10 dr. 77 %	9 dr. 60 %	8 dr. 57 %
<i>C. candida</i> .	1 dr. 14 %	6 dr. 46 %	4 dr. 27 %	6 dr. 43 %
<i>C. lacustris</i> .	7 dr. 100 %	2 dr. 15 %	3 dr. 20 %	4 dr. 29 %
<i>L. sancti-patrici</i> .	1 dr. 14 %	— —	— —	3 dr. 22 %
<i>L. mirabilis</i> .	— —	1 dr. 8 %	— —	— —
<i>I. lacustris</i> .	— —	1 dr. 8 %	2 dr. 13 %	1 dr. 7 %

	80 — 90 m. 7 drag.	100 — 119 m. 5 drag.	120 — 144 m. 8 drag.
<i>C. ophtalmica</i> .	5 dr. 71 %	5 dr. 100 %	8 dr. 100 %
<i>C. neglecta</i> .	5 dr. 71 %	3 dr. 60 %	7 dr. 88 %
<i>C. candida</i> .	4 dr. 57 %	2 dr. 40 %	5 dr. 62 %
<i>C. lacustris</i> .	4 dr. 57 %	2 dr. 40 %	5 dr. 62 %
<i>L. sancti-patrici</i> .	— —	5 dr. 100 %	3 dr. 38 %
<i>L. mirabilis</i> .	— —	2 dr. 40 %	— —
<i>I. lacustris</i> .	— —	2 dr. 40 %	1 dr. 11 %

3. *Cyclocypris serena*, voisin des précédents et souvent confondu avec eux, a été trouvé par VON HOFSTEN à 25 m. Dans notre lac, il descend beaucoup plus bas (84 m.).

4. *Cypria ophtalmica*. — Signalée partout en Europe, Amérique, Asie, Afrique, elle abonde dans les eaux douces comme les eaux saumâtres. Sa présence est signalée dans la profondeur de tous les lacs explorés, et sa station la plus basse est à 288 m. dans le lac de Lugano. Particulièrement fréquente dans notre lac, elle manque à très peu de dragages, surtout dans les profondeurs. Les mâles et les femelles sont en nombre à peu près égal, avec une légère prédominance des secondes.

5. *Cypria ophtalmica*, var. *punctata*, nov. var. — Elle se reconnaît à la conformation spéciale de la carapace qui, examinée à un faible grossissement, présente des ponctuations brunes, assez régulièrement distribuées. A un plus fort grossissement, ces ponctuations se résolvent en des archipels de petits points rouge-brun. Cette variété est moins fréquente que le type.

6. *Candona candida*. 7. *C. neglecta*. — Répandues sur tout le continent, vivant dans la vase, elles devaient descendre dans

la profondeur, ainsi que le remarque ZSCHOKKE. Elles sont mentionnées dans la faune profonde par la plupart des auteurs, FOREL, ZSCHOKKE (214 m.), VON HOFSTEN (200 m.), FEHLMANN (288 m.), EKMAN (120 m.). Nous avons trouvé une fois un amas considérable de valves de *Candona* vides, et, chose curieuse, les individus vivants manquaient totalement dans ce dragage. Y a-t-il ici l'indice d'un déplacement des îlots ou colonies dans le fond du lac ? C'est ce que nous discuterons plus tard.

8. *Candona studeri*. — Cette belle espèce, créée par KAUFMANN sur des exemplaires du lac de Bienne, s'est retrouvée depuis dans les lacs de Thoune (70 m.) et de Neuchâtel (THIÉBAUD). Elle est moins fréquente que les précédentes et semble préférer le cône de l'Areuse à tout autre habitat.

A 34, 35 et 109 m. près de Cudrefin, nous avons trouvé quelques exemplaires d'une *Candona* dont la chitine était colorée en rouge vif. Malheureusement l'absence d'individus adultes n'a pas permis la détermination de l'espèce. Une autre *Candona*, très fréquente, dont les deux extrémités sont également arrondies, n'a pu être déterminée ; il s'agit peut-être d'une espèce nouvelle du groupe de *C. candida*. Enfin *Candona caudata*, indiquée dans notre lac par DUPLESSIS, n'a pu être retrouvée. Peut-être s'agit-il ici d'un mâle de *C. candida* qui présente des analogies avec cette espèce.

9. *Iliocypris lacustris*, plus caractéristique pour la profondeur que les Cytheridées, a été décrite par KAUFMANN sur des exemplaires trouvés à 30 m. dans le lac de Bienne. Ce pur habitant du limon, trouvé en colonies assez nombreuses au-dessous de 100 m., n'a pas encore été signalé dans le littoral ou les étangs. Il semble éviter, comme les Cytheridées, le cône de l'Areuse et doit donc préférer avant tout les eaux pures et oxygénées.

10. *Herpetocypris reptans*, connu en Europe, Afrique du nord, Chili et Amérique du nord ?, l'est aussi dans maints endroits en Suisse. THIÉBAUD le mentionne dans le littoral de notre lac, d'où il peut descendre occasionnellement dans la profondeur, comme toutes les espèces limicoles d'ailleurs.

11. *Cypridopsis vidua*, fréquent dans les deux Amériques, l'Europe centrale et septentrionale, est signalé en Suisse par KAUFMANN dans 11 stations. Dans le lac de Constance et dans notre lac, il descend dans la profondeur jusqu'à 72 m., maximum observé.

12. *Cytheridea lacustris*. — ZSCHOKKE (1911) s'étend longuement sur la répartition de cette espèce : « Alle Beobachtungen sprechen dafür, dass *C. lacustris* als regelmässig auftretenden Bewohner der Tiefenzone subalpiner Seen zu gelten hat. Die geographische Verbreitung weist der Cytheridae aber auch eine nordische Heimat an. »

Cette espèce est en effet abondante dans la profondeur de notre lac ; mais elle se trouve aussi à la Motte — où les écarts de température atteignent 15 degrés, — en une colonie très florissante. Elle ne peut donc passer pour sténotherme d'eau froide.

D'autre part, sa répartition dans les lacs insubriens (où FEHLMANN ne l'a pas retrouvée !), en Asie centrale, dans le nord de l'Afrique, ne peut se concilier avec une origine arctique. Enfin sa présence à l'état fossile dans des couches interglaciaires lacustres de l'Ecosse et de l'Angleterre (VON HOFSTEN) et même dans le tertiaire (RUFACH, Mitteilungen der n. hist. Gesellschaft. Colmar XIV, 1916-17), prouve qu'elle a émigré dans les eaux douces avant l'époque glaciaire et qu'elle ne peut passer pour une espèce marine reléguée.

Le fait qu'elle évite le cône de l'Areuse, comme les deux autres Cythéridées, *Tubifex velutinus*, *Monotus morginiense*, etc., semble indiquer que cette apparente sténothermie d'eau froide est en réalité une préférence pour l'eau pure, dépourvue de substances organiques, richement oxygénée et nécessaire à la respiration des espèces lentes. L'étude détaillée de ce problème viendra en son temps.

13. *Leucocythere mirabilis*, créée par KAUFMANN, a été constatée dans la profondeur des lacs de Brienz, Thoune, Genève (40 m.). Dernièrement EKMAN l'a découverte dans le Vetter. Elle semble limitée à la faune profonde, mais sa répartition est encore trop peu connue pour permettre une discussion fructueuse.

14. *Limnocythere sancti-patrici*, plus répandue peut-être que *C. lacustris*, fréquente aussi parfois les eaux de faible profondeur. Elle est moins fréquente et moins largement distribuée dans notre lac que *C. lacustris*. Les mêmes arguments qui militent contre une origine glaciaire et marine récente de cette dernière espèce, s'appliquent aussi à *L. sancti-patrici*.

Pour terminer ce chapitre des Ostracodes, donnons un tableau comparant les faunes d'Ostracodes profonds de quelques lacs :

	Léman	Neuchâtel	Quat.-Cant.	Br. Th.	Lugano	Vetter
Léman	6	5	4	4	1	3
Neuchâtel . . .		13	6	8	3	6
Quatre-Cantons .			6	5	3	4
Brienz, Thoune .				11	2	6
Lugano					3	2
Vetter						10
Espèces particul.	1	4	0	3	0	4

16. Copépodes.

Les deux familles de Copépodes dont les espèces habitent les zones profondes de nos lacs — Cyclopidae et Harpacticidae — se présentent fort différemment ; la première n'y compte en effet que des espèces cosmopolites dont les individus se sont acclimatés plus ou moins aux conditions abyssales ; la seconde au contraire fournit toute une série d'espèces caractéristiques, à habitat limité, d'une étude zoogéographique intéressante.

Les Copépodes de notre lac, fort nombreux, ont été étudiés déjà par FUHRMANN, THIÉBAUD, STINGELIN. 18 espèces et variétés, dont 12 ont été trouvées dans la profondeur, sont citées par ces auteurs. Nos dragages ont montré d'une façon saisissante la richesse de la faune profonde en Copépodes. *Cyclops fimbriatus* et *Canthocamptus schmeili* ne doivent manquer nulle part, et si le chiffre de fréquence du dernier paraît un peu bas, cela est dû aux procédés de recherches encore défectueux dans les premiers dragages.

Nous éliminons, dans le tableau de la page 156, les espèces *Diaptomus gracilis*, *D. laciniatus*, *Cyclops Leuckarti*, ramenées maintes fois par la drague en remontant, et qui appartiennent au plankton.

L'ordre de fréquence, où figurent 6 *Canthocamptus* contre 3 *Cyclops*, est donné par la tablelle suivante :

1. *Cyclops fimbriatus*.
2. *Canthocamptus schmeili*.
3. » *crassus*. *Cyclops viridis*.
4. » *staphylinus*.
5. » *echinatus*.
6. » *staphylinus* var. *neocomensis*.
7. *Cyclops serrulatus*.
8. *Canthocamptus minutus*.

Copépodes		Profondeur	Nombre		Nouveaux		♀ ov. mois	Districts
			dr.	ind.	o/o	lac	f. pr.	
		m.						
1.*	<i>Cyclops albidus</i> , (Jurine)	12-53	2	2	2	—	—	VI, VIII
2.	» <i>prasinus</i> , Fischer	30-42	2	2	2	+	+	II, III
3.*	» <i>serrulatus</i> , Fischer	52-139	17	c.	20	—	—	I, IV, V, VII
4.	» <i>macruroides</i> , Lillj.	34	1	1	1	+	+	I
5.	» <i>affinis</i> , G.-O. Sars	60-105	2	3	2	+	+	I, IV
6.*	» <i>phaleratus</i> , Koch	40	1	1	1	—	—	3
7.*	» <i>fimbriatus</i> , Fischer	9-144	71	c.e.	78	—	—	partout
8.	» <i>strenuus</i> , Fischer	9-104	12	c.	13	—	—	partout
9.*	» <i>viridis</i> , (Jurine)	12-144	40	c.e.	44	—	—	partout
10.	» <i>vernalis</i> , Fischer	109-120	2	6	2	—	—	I, VII
11.*	<i>Canthocamptus staphylinus</i> , (Jurine)	8-135	26	c.	28	—	—	II, III, V, VI, VII
12.	<i>Canth. staphylinus</i> var. <i>neocomensis</i> , Mihi	9-84	18	c.	20	+	+	I, II, III, V, VI
13.*	<i>Canthocamptus crassus</i> , G.-O. Sars	8-120	40	c.e.	44	—	—	partout
14.*	» <i>echinatus lucensis</i> , Schmeil	8-104	22	c.	24	—	—	II, III, VI, VIII
15.*	» <i>minutus</i> , Claus	12-73	10	a.e.	11	—	—	II, III, V, VI
16.*	» <i>pygmaeus</i> , Sars	45	1	1	1	—	—	III
17.*	<i>Canth. schmeili</i> var. <i>brevisetula</i> , Thiébaud	9-144	46	c.e.	50	—	—	partout sauf V
18.*	» » <i>hamata</i> , Schmeil		—	—	—	—	—	—
19.*	<i>Canthocamptus zschokkei</i> , Schmeil	30	—	—	—	—	—	—

* Déjà signalé dans les profondeurs par THIÉBAUD.

Dans les lacs des Quatre-Cantons, de Brienz, de Thoune, de Lugano, de Genève, les *Canthocamptus* sont l'exception ou manquent totalement.

Les plus caractéristiques des Copépodes sont, avons-nous dit, les Harpacticides. Cherchons donc à établir un tableau montrant les profondeurs qu'ils affectionnent.

	0 — 20	20 — 40	40 — 60	60 — 80 ¹
<i>C. staphylinus</i> .	5 dr. 62 0/0	10 dr. 55 0/0	3 dr. 13 0/0	4 dr. 16 0/0
<i>C. staph. neoc.</i> .	4 dr. 50 0/0	5 dr. 28 0/0	5 dr. 17 0/0	3 dr. 12 0/0
<i>C. crassus</i> . . .	5 dr. 62 0/0	15 dr. 83 0/0	8 dr. 35 0/0	4 dr. 16 0/0
<i>C. echinatus</i> . .	5 dr. 62 0/0	10 dr. 55 0/0	4 dr. 18 0/0	1 dr. 4 0/0
<i>C. minutus</i> . . .	3 dr. 36 0/0	2 dr. 11 0/0	3 dr. 13 0/0	1 dr. 4 0/0
<i>C. schmeili</i> . . .	6 dr. 75 0/0	11 dr. 61 0/0	8 dr. 35 0/0	6 dr. 24 0/0
Moyennes .	58 0/0	49 0/0	22 0/0	13 0/0

	80 — 100	100 — 120	120 — 144
<i>C. staphylinus</i> .	1 dr. 9 0/0	2 dr. 22 0/0	1 dr. 10 0/0
<i>C. staph. neoc.</i> .	1 dr. 8 0/0	— —	— —
<i>C. crassus</i> . . .	4 dr. 33 0/0	4 dr. 44 0/0	— —
<i>C. echinatus</i> . .	1 dr. 8 0/0	1 dr. 11 0/0	— —
<i>C. minutus</i> . . .	1 dr. 8 0/0	— —	— —
<i>C. schmeili</i> . . .	3 dr. 25 0/0	6 dr. 66 0/0	6 dr. 60 0/0
Moyennes .	15 0/0	24 0/0	12 0/0

Quoique toujours à la merci de trouvailles heureuses, cette statistique peut montrer cependant :

1° Que les *Canthocamptus*, dans leur ensemble, sont des espèces littorales ou sublittorales qui descendent fréquemment dans la profondeur.

2° Que *C. schmeili* seul peut passer pour une forme régulièrement acclimatée à la profondeur.

Le nombre des espèces de Copépodes diminue avec la profondeur. Le tableau suivant donne le nombre des espèces descendant :

¹ La chute brusque des moyennes à ces profondeurs (60-80 m.) provient de ce que les premiers dragages, insuffisamment étudiés, ont été presque tous effectués à ces profondeurs.

au-dessous de 10 m.	19 espèces	au-dessous de 80 m.	11 espèces
» 20 m.	19 »	» 90 m.	10 »
» 30 m.	18 »	» 100 m.	10 »
» 40 m.	15 »	» 110 m.	7 »
» 50 m.	13 »	» 120 m.	5 »
» 60 m.	12 »	» 130 m.	5 »
» 70 m.	12 »	» 140 m.	3 »

Comparons maintenant la faune suisse de Copépodes libres, la faune du lac et la faune profonde. Nous obtenons :

	A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. prof.	Rapports: B: A	C: A	C: B
familles	3	3	2	100 0/0	66 0/0	66 0/0
genres	5	3	2	60 0/0	40 0/0	66 0/0
espèces	63	21	17	33 0/0	27 0/0	81 0/0

Les coefficients génériques, remarquablement faibles, sont respectivement 0,08 — 0,14 et 0,12.

Comme dans les autres groupes, les espèces de Copépodes ne s'excluent pas les unes les autres. Les associations sont souvent nombreuses ; ainsi, sur 62 dragages qui ont contenu des Copépodes :

19 dr.	contenaient chacun	1 espèce (dans 11 cas <i>Canth. schmeili</i>).
17	»	» 2 espèces
8	»	» 3 »
11	»	» 5 »
1	»	» 6 »

Les principales associations trouvées furent :

1. Chez les *Cyclops* :

- C. fimbriatus* + *C. viridis* 29 fois.
- C. viridis* + *C. serrulatus* 10 fois.
- C. fimbriatus* + *C. serrulatus* 15 fois.
- C. fimbriatus* + *C. viridis* + *C. serrulatus* 8 fois.

2. Chez les *Canthocamptus* :

<i>C. schmeili</i>	+ <i>crassus</i>	26 fois.	<i>C. crassus</i>	+ <i>staph.</i>	26 fois.
<i>C.</i>	» + <i>staph.</i>	18 fois.	<i>C.</i>	» + <i>echin.</i>	18 fois.
<i>C.</i>	» + <i>echin.</i>	15 fois.	<i>C.</i>	» + <i>minutus</i>	8 fois.
<i>C.</i>	» + <i>minutus</i>	6 fois.	<i>C. staph.</i>	+ <i>echin.</i>	15 fois.
			<i>C.</i>	» + <i>minutus</i>	7 fois.

Les variations de la faune suivant les saisons sont de peu d'importance. *Cyclops vernalis* n'a été trouvé qu'en mars, *C. viridis* n'a montré au printemps que des formes jeunes dont la première antenne ne possédait que onze articles (*C. clausi*). Mais en été et en automne nous en avons trouvé des exemplaires adultes. *Cyclops fimbriatus* a été trouvé dans tous les mois, souvent en compagnie de jeunes ou de nauplius. Par contre, les *Canthocamptus* n'ont montré aucune préférence pour certaines saisons.

1. *Cyclops albidus*, cosmopolite, aimant les eaux calmes, est signalé comme occasionnel dans les profondeurs par ZSCHOKKE. En effet, il ne l'a capturé qu'une fois, et VON HOFSTEN que deux fois. Ces faits et notre trouvaille confirment l'opinion de ZSCHOKKE.

2. *Cyclops prasinus* passe communément pour sténotherme d'eau chaude ; cependant il a été trouvé en pleine reproduction sous la glace (THIÉBAUD 1915, p. 110, note). Connu dans le lac de Saint-Blaise, il avait échappé aux recherches dans le lac de Neuchâtel, où sa présence dans la profondeur est exceptionnelle.

3. *Cyclops serrulatus*, essentiellement eurytherme et cosmopolite, est plus fréquent dans la profondeur au printemps qu'en automne (13 fois au printemps, 4 fois en automne). Il a été trouvé dans les zones basses par THIÉBAUD (20 m.) — VON HOFSTEN (75 m.) — EKMAN (95 m.) ; nos pêches établissent son record en profondeur (139 m.).

4. *Cyclops macruioides*, forme d'eau chaude, signalé dans les lacs de Bienne et de Saint-Blaise, est accidentel dans la profondeur.

5. *Cyclops affinis* passe comme le précédent pour sténotherme d'eau chaude, mais peut descendre occasionnellement dans la profondeur.

6. *Cyclops phaleratus*, déjà trouvé par THIÉBAUD à 40 m., est une espèce rampante partageant à peu près le même genre de vie que *C. fimbriatus* ; mais il est très rare dans la profondeur.

7. *Cyclops fimbriatus*, cité par FOREL (*C. magniceps*) dans le Léman, n'a pas été trouvé par ZSCHOKKE et FEHLMANN. VON HOFSTEN, au contraire, le tient pour une des espèces les plus fréquentes à toutes les profondeurs et nos observations confirment les siennes. Les très nombreux individus capturés

appartenaient tous à la forme typique. Très souvent, dans la zone semi-profonde, son abondance était telle que nous l'avons désigné comme espèce dominante. Partout nous avons trouvé des mâles, des femelles ovigères, très souvent des jeunes ou des nauplius. Les sacs d'œufs en contiennent un nombre très variable, plus considérable en moyenne dans les faibles profondeurs ; les nombres extrêmes trouvés furent 2 et 12 œufs par sac. — Espèce cosmopolite, rampante sur la vase, y pénétrant pour chercher sa nourriture, *C. fimbriatus* était destiné à habiter les zones profondes des lacs.

8. *Cyclops strenuus*, très variable, fréquentant de préférence les eaux froides, est compté par ZSCHOKKE et LILLJEBORG au nombre des espèces glaciaires. Au contraire, WESENBERG-LUND croit à l'existence d'un groupe d'espèces répandu sur toute la terre, et VON HOFSTEN remarque à son sujet qu'aucune limite n'existe entre les exemplaires de la « fauna relictæ glacialis » et les sténothermes d'eau froide des zones tempérées. — Existant dans le plankton, il sert d'hôte intermédiaire à la larve du *Dibothriocephalus latus* (ROSEN, S.N. S.N., 1917) ; alourdi par le parasite, il descend dans la profondeur où il sert de nourriture aux lottes. Ce fait nouveau peut servir à expliquer sa présence dans 12 de nos dragages.

9. *Cyclops viridis* a été trouvé dans la profondeur par FOREL, ZSCHOKKE, VON HOFSTEN, FEHLMANN, EKMAN, etc. Les pêches du printemps et d'été ne contiennent qu'exceptionnellement des individus adultes ; en septembre et octobre apparaissent les mâles et les femelles adultes. Ces remarques de ZSCHOKKE sont absolument corroborées par nos observations. Les exemplaires du fond sont toujours blanchâtres. — L'espèce, très répandue en Europe et en Amérique, paraît être eurytherme avec une tendance à la monocychie.

10. *Cyclops vernalis*, littoral, est signalé dans la profondeur par VON HOFSTEN (40 m.). Il descend dans notre lac plus profondément jusqu'à 120 m., et ne s'est trouvé qu'en mars.

Les 12 *Cyclops* signalés dans la faune profonde présentent des affinités systématiques rapprochées. GRAETER (1903) divise les *Cyclops* en 3 sections : tous ceux de la section *trifida* descendent dans la profondeur avec 4 espèces de la section *Acanthophora*, ces dernières caractérisées par une antenne à 17 articles et une patte rudimentaire à 2 segments.

Harpacticidae. — Nous avons vu que la richesse en Canthocamptus est un des traits caractéristiques de notre faune profonde. ZSCHOKKE et FEHLMANN n'en ont pas trouvé, FOREL en mentionne 2 espèces, VON HOFSTEN 1 et EKMAN 2.

11. *Canth. staphylinus*. 12. *C. staphylinus*, var. *neocomensis*. — Comme nous l'avons montré ailleurs, *C. staphylinus* est une espèce collective, un groupe de formes très voisines qu'une observation attentive seule peut déceler. Les deux formes sont très fréquentes, surtout dans le cône de l'Areuse et les régions semi-profondes où elles forment souvent la caractéristique du dragage. — La variété type est connue en Suisse, Allemagne, Autriche, France, Angleterre, etc. ; elle est déjà mentionnée dans les profondeurs du Léman et du lac d'Annecy.

13. *Canth. crassus* s'est montré très abondant dans nos matériaux. Les individus, dont la couleur varie du jaune très pâle au rouge foncé, se présentent très souvent accouplés. L'espèce paraît cosmopolite, habite aussi les grottes et les hauts lacs alpins ; elle est signalée dans la profondeur du lac de Thoune (40 m.) et du Vetter (23 m.), mais en petite quantité. La station de 120 m. est la plus profonde connue.

14. *Canth. echinatus* var. *luenensis*, espèce rare en Suisse, est fréquent dans notre lac surtout à la Motte et dans la région semi-profonde. On trouve ordinairement des femelles, parfois des couples. Notre station la plus profonde est à 88 m., mais THIÉBAUD l'indique à 104 m.

15. *Canth. minutus* habite de préférence les étangs, les marais ; il est signalé dans la profondeur du Léman (150 m.) et du lac de Garda, et s'est montré surtout fréquent dans les cônes de l'Areuse, du Seyon et sur la Motte.

16. *Canth. pygmaeus*, signalé par THIÉBAUD dans divers endroits du canton et notamment dans notre lac à 20 m., n'a été retrouvé qu'une fois, à 45 m., preuve d'une présence accidentelle.

17. *Canth. zschokkei*, mentionné surtout dans les montagnes, est connu dans la profondeur par une trouvaille de THIÉBAUD à 30 m. Nous ne l'avons pas retrouvé.

18. *Canth. schmeili* est le plus régulier de nos Harpacticides et doit fréquenter uniformément toute la surface du fond, le cône de l'Areuse excepté. Si son chiffre de fréquence n'est pas plus élevé, cela tient à la difficulté de sa découverte : fort petit, toujours enduit de vase, très lent à se mouvoir, il

est difficile à apercevoir à l'œil nu. Nous l'avons trouvé au dragage n° 25, puis au n°s 32, 37 et dans tous les dragages suivants, sauf ceux du cône de l'Areuse. C'est à ces circonstances que nous attribuons le fait de sa prétendue absence des autres lacs, où des recherches plus serrées le découvriront sans doute. — Il existe dans notre lac sous deux formes : *hamata*, dont le mâle seul est caractéristique, et *breviseta*, dont la femelle seule permet de reconnaître l'espèce. Il est vrai que THIÉBAUD indique pour le mâle de *breviseta* « un sixième pied rudimentaire composé de trois épines au lieu de deux » ; mais nous avons trouvé ce caractère réalisé dans plusieurs mâles *hamata* des grands fonds. Ce caractère n'est donc nullement constant et ne peut servir à distinguer les deux mâles. En outre, la variété *breviseta* est reliée à *hamata* par des intermédiaires nombreux. Le rapport des soies à la furca, déterminé dans de nombreux cas, est très variable, et nous avons trouvé 1,4 — 1,6 — 1,9 — 2 — 2,2 — 2,3 — 2,5 — 2,6 — 2,7 — 2,8 — 3 — 3,1 — 3,3 — 3,4 — 4. Cette variété n'existe pas seulement dans la zone sublittorale — qu'elle fréquente toutefois de préférence — mais nous l'avons trouvée à 103 m. ; de même des femelles à longues soies ont été découvertes à 34 m. De tout cela résulte :

1° que tous les intermédiaires existent entre la femelle *breviseta* et la femelle *hamata* ;

2° que la variété *breviseta* n'est pas strictement caractéristique du sublittoral et que la variété *hamata* existe aussi dans cette même région ;

3° que ces deux variétés possèdent le même mâle.

Il y a donc lieu de supprimer la variété *breviseta* ou de l'envisager comme une forme de la femelle de *hamata*.

Ajoutons encore que BREHM élève la variété *hamata* au rang d'espèce, *C. harmatus*, et qu'il lui attribue une origine glaciaire. Elle est connue en effet en Suisse, Bohême, Saxe, Angleterre et Suède.

17. Amphipodes.

Les Amphipodes comptent parmi les premières espèces découvertes dans la faune profonde. Ils sont signalés en effet dans le Léman, les lacs des Quatre-Cantons, de Neuchâtel, d'Annecy et de Lugano par FOREL, ZSCHOKKE, FEHLMANN.

Les lacs suédois et de l'Allemagne du nord ont livré toute une série de formes intéressantes, vraies reliques marines appartenant aux genres *Pontoporeia*, *Gammaracanthus*, *Pallasea*, *Carinogammarus* et *Synurella*. Les lacs suisses sont beaucoup plus pauvres.

1. *Niphargus Foreli* (Humbert) a été trouvé en nombreux exemplaires dans 15 dragages, de 54 à 139 m., surtout dans la fosse centrale et dans les mois du printemps. Cette dernière remarque, indice d'une préférence saisonnière, n'a été faite par aucun autre auteur. — L'espèce, un des plus caractéristiques représentants de la faune profonde, a été trouvée dans la plupart des lacs suisses, et particulièrement dans les lacs insubriens, ce qui exclut l'hypothèse d'une origine nordique. Dans notre lac, elle fréquente surtout le plat-fond, évite la Motte et le cône de l'Areuse ; ZSCHOKKE ne l'a trouvée que sur les talus dans le lac des Quatre-Cantons.

2. *Gammarus pulex* (L.) a été trouvé dans 4 dragages, de 23 à 50 m., devant Neuchâtel, le Seyon et l'Areuse. Les 4 individus possédaient les caractères des *Gammarus* littoraux, et ont été trouvés dans des stations où l'abondance des débris végétaux leur assurait une nourriture suffisante. Ils sont erratiques dans la profondeur où leur régime végétarien ne saurait leur permettre un habitat normal.

Un autre caractère — négatif, celui-ci — du lac de Neuchâtel est l'absence complète des *Asellus* dans ses profondeurs. La taille de l'espèce ne permet pas de penser qu'elle a échappé aux recherches ; elle n'existe donc pas dans le lac, tandis qu'elle est fréquente dans ceux de Lugano, Brienz, Constance, Annecy, du Bourget, dans le Léman et les lacs suédois.

18. Acariens¹.

L'étude des Acariens aquatiques, très poussée en Suisse par les travaux de WALTER, est d'un grand intérêt zoogéographique et permet l'abord de nombreuses questions biologiques. Les Hydracarines permettent de dire, d'après WALTER : « 1° dass die der Uferfauna grösserer Seen zuzurechnenden Arten im allgemeinen weitverbreitete Formen sind, welche bis in die Tiefe von 25 m. und mehr hinabdringen ;

¹ La description des espèces nouvelles n'a pas encore été publiée. Déterminés par M. C. Walter.

Acariens	Profondeur	Dragages		Individus	Nouv. f. pr.	Districts
		Nombre	o/o			
HYDRACARINES						
1. <i>Arrhenurus</i> sp.	m. 34	1	1	1 nymphe		III
2. <i>Midea orbiculata</i> , (O.-F. Müller)	9-65	11	10	7 ♂, 6 ♀, 6 n.		I, II, V, VI, VIII
3. <i>Brachypoda versicolor</i> , (O.-F. Müller)	9-23	2	2	8 ♀	+	II, VI
4. <i>Lebertia insignis</i> , Neuman	45	1	1	1 ♂		III
5. » <i>extrema</i> nov. sp., Walter.	10-65	8	7	2 ♂, 1 ♀, 5 n.	+	I, II, III, V, VIII
6. » <i>sublittoralis</i> nov. sp., Walter	30-60	3	3	1 ♀, 2 n.		II, VIII
7. <i>Limnesia undulata</i> , (O.-F. Müller)	8-41	8	7	4 ♂, 6 ♀		I, II, V, VI
8. » <i>koenikei</i> , Piersig	33	1	1	1 ♀	+	II
9. <i>Hygrobates trigonicus</i> , Koenike	30-73	3	3	3 ♀, 2 n.	+	III, V
10. » <i>nigromaculatus</i> , Lebert	8-60	12	11	24 ♀, 5 ♂, 8 n.		I, II, VI, VIII
11. <i>Pionacercus vatrax</i> , (Koch)	8-139	14	13	11 ♀, 5 ♂, 4 n.	—	I, II, III, IV, VI, VII
12. <i>Unionicola crassipes</i> , (O.-F. Müller)	8-84	5	4	nbrx, 3 ♂, 1 n.		II, V, VI
13. <i>Neumania umbonata</i> , (Koenike).	44	1	1	1 ♂	—	II
14. <i>Forelia parvata</i> , Koenike	8-90	7	6	7 ♀, 1 ♂, 3 n.		I, II, III, VI, VIII
15. <i>Piona longicornis</i> , (O.-F. Müller)	23	1	1	1 n.	+	II
16. » <i>brehmi</i> , Walter.	34-65	2	2	1 ♀, 4 n.	+	I, V
HALACARIDES						
17. <i>Soldanellonyx chappuisi</i> , Walter	60	1	1	1	+	I
18. » <i>parvisculatus</i> , Walter	44	1	1	1 n.	+	II
19. » <i>monardi</i> nov. sp., Walter.	8-34	3	3	2 ♀, 2 n.	+	VI, VIII

2° dass eine aus spezifischen Arten zusammengesetzte Tiefenfauna besteht, die Teilweise nordischen Charakter hat. Es sind ihr vorläufig zuzuweisen : *Hygrobates albinus*, *Lebertia tauinsignita* — *Typhys zschokkei*, *Xystonotus bidentatus*. » Il s'agira de voir, dans le cours de ce chapitre, si cette distinction de deux groupes biologiques tranchés s'impose aussi pour notre lac.

Les Hydracarines ont été trouvées dans la profondeur de tous les lacs explorés. FOREL en cite 6 espèces, ZSCHOKKE 16 espèces, VON HOFSTEN 4 espèces, FEHLMANN 11 espèces, EKMAN 11 espèces au-dessous de 20 m. Enfin ZSCHOKKE énumère au total 32 espèces et 1 Halacaride.

Les plus communes de ces espèces sont donc :

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1. <i>Pionacercus vatrax</i> . | 4. <i>Lebertia extrema</i> . |
| 2. <i>Hygrobates nigromaculatus</i> . | <i>Limnesia undulata</i> . |
| 3. <i>Midea orbiculata</i> . | 5. <i>Forelia parmata</i> . |

Au sujet de la profondeur qu'elles atteignent, nous remarquons que :

19 espèces	descendent	au-dessous	de	20 mètres.
17	»	»	»	30 »
14	»	»	»	40 »
10	»	»	»	50 »
7	»	»	»	60 »
4	»	»	»	70 »
3	»	»	»	80 »
1 espèce	descend	»	»	90 »

D'après WALTER (1907 a), la faune suisse compterait 156 espèces d'Hydracarines, auxquelles il faut ajouter environ 14 espèces découvertes depuis lors. Il y a donc :

	A. F. suisse	B. F. du lac	C. F. prof.	Rapports: B : A	C : A	C : B
familles	5	2	1	40 0/0	20 0/0	50 0/0
genres	42	12	11	28 0/0	26 0/0	92 0/0
espèces	170	20	16	12 0/0	9 0/0	80 0/0

Les coefficients génériques sont 0,25 — 0,60 et 0,69 ; ils rentrent dans la règle énoncée déjà.

32 dragages sur 78, soit le 41 %, ont présenté des Hydracarines ; ce sont surtout ceux effectués à la Motte ou dans la région sublittorale ou semi-profonde qui en ont contenu. De 0 à 20 m., le 100 % des dragages présentaient des Hydraca-

rines ; de 20 à 30 m. le 75 % ; de 30 à 40 m. le 58 % ; de 40 à 50 m. le 66 % ; de 50 à 60 m. le 14 % ; de 60 à 70 m. et de 70 à 80 m. le 25 %. — Nos hydracarines sont donc essentiellement des animaux sublittoraux ou semi-profonds.

Dans 10 dragages ne se trouvait que 1 espèce.			
» 10	»	se trouvaient	2 espèces.
» 7	»	»	3 »
» 3	»	»	4 »
» 1	»	»	6 »
» 1	»	»	7 »

1. *Arrhenurus* sp. — Les très nombreuses espèces de ce genre, dont 4 (*A. crassicaudis*, *A. forpicatus*, *A. membranator*, *A. caudatus*) déjà signalées dans la profondeur, sont pour la plupart eurythermes et cosmopolites. Les nymphes ne sont pas déterminables spécifiquement.

2. *Midea orbiculata* est répandue dans l'Europe septentrionale et centrale ; eurytherme, elle est déjà signalée dans les profondeurs du Léman (50 m.) et de l'Untersee (25 m.). Six dragages sur 9, effectués à la Motte, la contiennent, et la station de 69 m. est la plus profonde connue.

3. *Brachypoda versicolor*, fréquente dans presque toute l'Europe, est signalée en Suisse dans divers étangs, les lacs de Joux et de Zurich.

4. *Lebertia insignis* habite de préférence les lacs et est répandue surtout en Allemagne, Suède, Norvège. ROUX l'a découverte à 45 m. dans le lac d'Annecy, et ZSCHOKKE l'envisage comme caractéristique de la profondeur, quoique sa rareté dans ce milieu fasse plutôt pencher en faveur d'un habitat exceptionnel.

5. *Lebertia extrema* (*Neolebertia*) est très voisine de *L. cognata* et n'a été trouvée que dans notre lac.

6. *Lebertia sublittoralis* fut trouvée pour la première fois par BLANC devant Ouchy à 70 et 100 m. Elle se trouve aussi en petit nombre dans notre lac.

7. *Limnesia undulata*, répandue en Europe et en Amérique, est indiquée en Suisse dans les étangs des Crosettes, le lac de Saint-Blaise et le Loclat. Elle est connue dans la profondeur du Léman, des deux lacs de Constance, des lacs des Quatre-Cantons et de Lugano. Dans notre lac elle est assez répandue, mais peu abondamment ; sa présence dans les littoraux indique une eurythermie prononcée.

8. *Limnesia kœnikæi* est encore une espèce eurytherme, connue dans la plupart des pays de l'Europe. Cette eurythermie lui permet de descendre, rarement du reste, dans la profondeur de notre lac ; ZSCHOKKE ne l'indique pas dans « Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas ».

9. *Hygrobates trigonicus*, espèce rare, n'est pas signalée par WALTER (1907 a) et nous ne savons si elle a été découverte en Suisse depuis lors. Elle est connue en Allemagne, Angleterre et Norvège et est nouvelle pour la faune profonde.

10. *Hygrobates nigromaculatus* est citée dans la profondeur des lacs Léman (40 m.), Bodensee, Untersee (20 m.), Quatre-Cantons (35 m.), Hallwyl (15 m.), Lugano (40 m.). Eurytherme, elle est très abondante dans notre lac où elle descend à son maximum de profondeur (60 m.).

11. *Pionacercus vatrax* est nouvelle pour la faune suisse et la faune profonde ; elle fréquente toutefois de préférence la zone sublittorale, car elle a été trouvée 13 fois jusqu'à 60 m. pour une fois à 139 m. Trois espèces seulement sont connues à des profondeurs plus grandes.

12. *Unionicola crassipes* (= *Atax*) est un cosmopolite répandu en Europe, Asie, Afrique, Amérique du nord. Aimant les eaux claires, elle descend dans la profondeur des lacs d'Aegeri, Hallwyl, Constance, Lugano, Neuchâtel où elle atteint son record de profondeur. Malgré cette fréquence dans de nombreux lacs, ZSCHOKKE pense à une « zufällige Verirrung des wanderlustigen Tieres ».

13. *Neumania umbonata* n'est pas signalée en Suisse par WALTER (1907) et dans la profondeur par ZSCHOKKE. Deux autres espèces du genre sont toutefois connues dans les abysses des lacs.

14. *Forelia parmata* (= *Tiphys*) est connue en Suisse dans le Ceresio à 30 m. Elle est signalée en Allemagne dans quelques endroits isolés. Une espèce voisine, *F. cetrata*, fréquente la profondeur de l'Untersee jusqu'à 25 m.

15. *Piona longicornis*, citée en diverses régions européennes, ne l'est pas encore en Suisse et dans la faune profonde.

16. *Piona brehmi*, peu fréquente dans notre lac, est, comme la précédente nouvelle pour la faune suisse et la faune profonde.

Halacarides. — Les Halacarides sont pour la plupart des espèces marines fréquentant le littoral des continents et dont la répartition horizontale est très étendue. D'après PIERSIG et LOHMANN, sur les 84 espèces de ce groupe, 4 seulement fréquentent les eaux douces en Angleterre et Allemagne. Déjà DUPLESSIS a signalé un *Halacarus* devant Ouchy à 150 m. — Des travaux plus récents ont montré que les Halacarides étaient plus nombreux qu'on ne le pensait dans les eaux douces où leurs habitudes limicoles, leur petitesse et leur extrême lenteur ont contribué à les faire échapper aux observateurs. THOR (1910) décrit la première Halacaride d'eau douce norvégienne, *Halacarus alpinus*, puis WALTER crée récemment l'espèce *Halacarus wackeri* du lac d'Alpnach, et les genres *Limnohalacarus* et *Soldanellonyx*. Enfin BORNER trouve dans le lac de Saint-Moritz une *Lohmanella violacea*¹.

C'est au genre *Soldanellonyx* qu'appartiennent nos Halacarides et les 3 espèces de ce genre sont représentées dans la profondeur de notre lac.

17. *Soldanellonyx chappuisi* fut trouvée dans des sources, des nappes d'eau souterraines, la grotte du chemin de fer², le lac Ritom, le réservoir d'eau de Saint-Alban, et enfin dans notre lac à 60 m. Les températures de ces divers endroits ne dépassant pas 9,5° c., l'espèce paraît donc être sténotherme d'eau froide.

18. *Soldanellonyx parviscutatus* a été décrite par WALTER d'après une deuxième nymphe trouvée à 40 m. devant l'embouchure du Seyon à 400 m. environ du rivage.

19. *Soldanellonyx monardi*. — Trouvée en 2 stations très éloignées, l'espèce est sans doute acclimatée au lac. Il n'en est pas comme de *S. chappuisi* à propos de laquelle WALTER craint que l'habitat du lac Ritom ne soit dû à l'apport accidentel par un ruisseau issu d'une caverne.

Les *Soldanellonyx* sont probablement beaucoup plus fréquentes dans le lac que les chiffres de fréquence ne le témoignent. Deux autres exemplaires, égarés malheureusement, ont été trouvés à 45 m. ; nous avons déjà dit, plus haut, les difficultés de leur découverte.

¹ Retrouvée ensuite dans un aquarium du laboratoire de zoologie de l'Université de Neuchâtel, où j'avais introduit de la vase du lac.

² Gorges de l'Aareuse.

Remarques sur les Acariens profonds.

Un premier fait digne d'attention est le grand nombre d'espèces représentées par un petit nombre d'individus. Au total 140 individus, dont une quarantaine d'*Hygrobates nigromaculatus*, une vingtaine de *P. vatrax*, une vingtaine de *M. orbiculata*, ont été trouvés. Seize espèces se partagent donc les 60 exemplaires restants. Ce résultat s'oppose à celui de FOREL qui capture des centaines d'individus d'Hydracarines, et à celui de ZSCHOKKE qui fait la même constatation. Par contre, VON HOFSTEN et FEHLMANN n'en recueillent, comme nous-même, que des individus isolés.

Un deuxième fait concerne le petit nombre d'espèces sténothermes d'eau froide, telles qu'elles sont citées par ZSCHOKKE et WALTER, dans les profondeurs du lac. Seules *L. insignis* et peut-être *L. extrema*, trouvées la première une fois, la seconde 7 fois, peuvent être comptées dans ce groupe. Il manque donc à notre faune profonde les espèces typiques telles que *Hygrobates albinus* et *Lebertia rufipes* présentes ailleurs en grand nombre. D'une part donc, un plus grand nombre d'espèces habitent notre lac que les lacs subalpins ; — et, d'autre part, aucune des espèces caractéristiques de la profondeur ne s'y trouve ; elles sont remplacées par une multitude d'espèces eurythermes ou de caractère peu prononcé.

Un troisième fait, également remarquable, est le petit nombre d'espèces profondes communes aux différents lacs. Le tableau suivant montre cette constatation d'une manière frappante :

	Léman	Neuchâtel	Quatre-Cant.	Br., Th.	Lugano
Léman	40	6	6	1	3
Neuchâtel . . .		16	3	0	4
Quatre-Cantons .			16	1	5
Brienze et Thoune				4	1
Lugano. . . .					11

De cette concordance imparfaite, on peut conclure deux choses : ou bien que certaines espèces descendent en certains lacs et pas dans les voisins ; ou bien, hypothèse plus naturelle, que toutes les espèces eurythermes descendent plus ou moins occasionnellement dans la profondeur mais qu'elles y sont si disséminées que les chances de capture en sont minimes. Le hasard des dragages rapporte tantôt une, tantôt l'autre et les résultats sont forcément différents.

En résumé, nous avons surtout affaire à des espèces du littoral ayant étendu leur champ d'activité au-dessous des limites habituelles. La température, l'obscurité, la pression semblent beaucoup moins influencer leur répartition que les besoins de leur nutrition. Carnivores et chasseresses, elles accompagnent les populations denses et là où la proie devient rare les Hydracarinae ne subsistent plus ou se disséminent sur de larges espaces. Enfin aucune limite tranchée n'existe entre la faune littorale et la faune profonde, ce que prouve la courbe des espèces donnée plus loin. Les limites de FOREL (30 m.) et de WALTER (15 m.) sont tout artificielles et ne correspondent pas à un changement de faune.

19. Tardigrades.

Le rôle que ces animaux jouent dans la profondeur est tout accessoire ; ils se cantonnent dans la zone semi-profonde où leur présence est loin d'être régulière. FOREL en a trouvé dans la mousse d'Yvoire à 70 m., DUPLESSIS jusqu'à 150 m. ; PENARD en cite dans le Léman, les lacs de Neuchâtel, d'Annecy et du Bourget. Les autres auteurs de la faune profonde n'en ont pas trouvé.

1. *Macrobiotus macronyx* Duj. s'est trouvé de 12 à 53 m. dans 7 dragages et parfois en grand nombre, à la Motte, devant Neuchâtel, dans les cônes de l'Areuse et du Seyon. Les dimensions sont plus petites que celles des individus des mousses. La présence d'une femelle bourrée d'œufs à 23 m. prouve que l'espèce se reproduit dans la profondeur.

2. *Macrobiotus lacustris* a été trouvé une fois, à 8 m., sur la Motte, rampant sur la carapace d'une *Cytheridea lacustris*. HEINIS l'indique dans des mousses submergées près de Liestal et dans l'Oberalpsee.

20. Larves d'insectes.

Si les Insectes à l'état d'imago ne fréquentent pas et ne peuvent fréquenter les profondeurs des lacs, leurs larves — spécialement celles de Diptères — en sont un des éléments les plus réguliers et les plus abondants. Souvent, comme cela nous est arrivé dans 4 dragages, leur nombre dépasse sensiblement celui des autres espèces du même endroit. Ces mêmes constatations ont été faites par tous les auteurs de la faune profonde.

Malheureusement la détermination spécifique ou même générique de ces larves est encore impossible. Comme nous n'avons pu avoir recours à des spécialistes pour l'étude de notre très abondant matériel de Chironomides, nous avons classé ces larves en 5 groupes, tels qu'ils sont décrits par THIENEMANN.

Outre les Chironomides, mais rarement et toujours en exemplaires isolés, nous avons trouvé, à la Motte et à l'Areuse, d'autres larves de Perlidés, Ephéméroïdes, Neuroptères et Trichoptères dont le détail est donné ci-dessous :

Insectes	Profondeur	Nombre		0/0	Districts
		Draç.	Ind.		
1. Plecoptères. <i>Nemoura variegata</i> , Oliv.	m. 73	1	2	1	V
2. Ephemeroïdes. <i>Ephemer a vulgata</i> , L.	34	1	4	1	VIII
3. Neuroptères. <i>Sialis flaviterata</i> , L.	52	1	5	1	V
4. Trichoptères. <i>Molania angustata</i> , Curt.	9-16	3	7	4	VI
5. " <i>Oxyethira costalis</i> , Curt.	84	1	1	1	V
6. Diptères. <i>Chironomus</i> , groupe	9-23	2	10	2	II, VI
7. " <i>Orthocladus</i> , groupe	17-122	34	c.c.	44	partout
8. " <i>Tanytarsus</i> , groupe	12-144	44	c.c.	56	partout
9. " <i>Tanypus</i> , groupe	12-144	37	c.c.	47	partout
10. " <i>Ceratopogon</i> , groupe	34-144	10	c.	13	partout

Les associations des Chironomides sont nombreuses ; toutes les combinaisons sont réalisées ; la plus fréquente a été *Tanytarsus* + *Orthocladus* réalisée 31 fois.

Le tableau suivant montre les profondeurs préférées par les 4 groupes importants :

	0 — 20 m.	20 — 40 m.	40 — 60 m.	60 — 80 m.
<i>Tanytarsus</i> . . .	2 dr. 40 0/0	7 dr. 55 0/0	12 dr. 86 0/0	7 dr. 78 0/0
<i>Tanypus</i> . . .	3 dr. 60 0/0	9 dr. 69 0/0	7 dr. 50 0/0	6 dr. 66 0/0
<i>Orthocladus</i> . . .	1 dr. 20 0/0	11 dr. 85 0/0	7 dr. 50 0/0	7 dr. 78 0/0
<i>Ceratopogon</i> . . .	— —	1 dr. 8 0/0	3 dr. 21 0/0	3 dr. 33 0/0

	80 — 100 m.	100 — 120 m.	120 — 144 m.
<i>Tanytarsus</i> . . .	7 dr. 100 0/0	5 dr. 100 0/0	4 dr. 66 0/0
<i>Tanypus</i> . . .	5 dr. 71 0/0	4 dr. 80 0/0	3 dr. 50 0/0
<i>Orthocladus</i> . . .	4 dr. 57 0/0	3 dr. 60 0/0	1 dr. 17 0/0
<i>Ceratopogon</i> . . .	1 dr. 14 0/0	1 dr. 20 0/0	1 dr. 17 0/0

Tanytarsus et *Tanypus* fréquentent donc surtout les profondeurs de 80 à 120 m. ; *Orthocladius* préfère au contraire celles de 40 à 80 m.

1. *Nemourea variegata* se rencontre en hiver dans les eaux pures et tranquilles et se métamorphose en avril. Nos larves ayant été recueillies au milieu de mai, on peut penser que les conditions de température de la profondeur ont retardé ou peut-être empêché la transformation en imago. Aucun Perlidé n'était connu dans la profondeur.

2. *Ephemera vulgata*. — Ces larves, limicoles, habitant en très grand nombre les rivages, n'avaient pas encore été signalées dans les profondeurs.

3. *Sialis flaviterata* demeure à l'état larvaire un ou deux ans et subit sa métamorphose en avril ou mai. ZSCHOKKE la signale dans le lac des Quatre-Cantons à 27 et 50 m. Nos cinq exemplaires furent tous trouvés ensemble, en septembre.

4. *Molanna angustata*, dont la larve limicole se construit un fourreau de grains de sable, vit à l'état d'imago de juin à août. Trois pêches du même jour, en septembre, ont livré cette espèce, encore inconnue dans la profondeur. L'habitat à la Motte peut s'expliquer soit par des œufs démersaux, soit par un transport passif au moyen de quelques débris.

5. *Oxyethira costalis* recherche de préférence les eaux tranquilles et a déjà été trouvée dans la profondeur de l'Untersee par LAUTERBORN et WOLF.

D'autres Trichoptères ont été trouvés, accidentellement aussi, dans la profondeur du lac des Quatre-Cantons.

6. *Chironomus*, groupe, contient toutes les larves possédant, au 11^{me} segment, 2 paires de tubes branchiaux ventraux. Elles se sont trouvées très rarement et dans des profondeurs faibles. Des larves de ce groupe sont signalées dans les lacs de Bienne, des Quatre-cantons, etc.

7. *Orthocladius*, groupe. — Sont comprises dans ce groupe toutes les larves sans tubes branchiaux à la face ventrale du 11^{me} segment, à bouquets de soies préanaux non pédicellés, à crochets des fausses-pattes terminales disposées en cercle. Sept formes, différentes par l'aspect, la couleur ou la grandeur, y ont pu être distinguées, sans que nous puissions toutefois en présenter le détail. Les larves de ce groupe sont mentionnées par FEHLMANN dans 4 dragages jusqu'à 50 m.,

et VON HOFSTEN les indique comme nombreuses dans 17 pêches et jusqu'à 200 m. Elles habitent aussi le rivage des lacs de l'Engadine où BORNER les trouve en grand nombre.

8. *Tanytarsus*, groupe. — Ce sont des larves dont les crochets des fausses-pattes abdominales sont petits, nombreux et disposés en un fer à cheval irrégulier ; 4 formes y ont été distinguées. Ces larves sont de beaucoup les plus nombreuses dans notre lac depuis la Motte jusqu'aux plus grandes profondeurs. Dans les lacs des Quatre-Cantons, de Thoune, de Brienz, de Bienne, de Lugano, elles se signalent par la même abondance.

9. *Tanypus*. — Ce groupe contient les larves à antennes rétractiles, à crochets des fausses-pattes en cercle, à bouquets de soies préanaux pédicellés ; 4 formes ont pu y être distinguées par la couleur ou la taille. Fort nombreuses, elles fréquentent aussi les lacs des Quatre-Cantons, de Bienne, de Lugano (180 m.), de Brienz et de Thoune.

10. *Ceratopogon*. — Ces larves, aisément reconnaissables à leurs mouvements serpentiformes et à l'absence de fausses-pattes, ont présenté deux formes ; une jaunâtre, la plus nombreuse, une rouge trouvée une seule fois à 72 m. Beaucoup moins communes que les précédentes, elles sont signalées dans les lacs de Brienz et de Thoune (35 m.) et dans le Vetter (43 m.). La station de 144 m. est la plus profonde connue.

Les larves de Chironomides se sont trouvées dans tous les dragages ; nous avons donc pu constater, moins en détail que nous ne l'aurions souhaité, les variations saisonnières. En hiver ou au premier printemps, la taille des larves est très petite ; on a affaire sans doute à de jeunes larves écloses depuis peu. Plus tard, la taille des larves grandit et l'on constate dans les cristallisoirs la présence de nymphes et même des métamorphoses en imago.

Quelques expériences de tropismes nous ont montré que les larves fuient toujours la lumière, tandis que les nymphes la recherchent ; ce fait peut servir à expliquer l'ascension de celles-ci à la surface de l'eau. En outre, lorsque la vase est criblée ou l'eau des cristallisoirs changée, les larves sortent en grand nombre de leurs étuis. Mais dès le repos revenu, dès que l'eau s'est réchauffée, elles s'enfoncent de nouveau dans la vase et reprennent leur repas interrompu.

FOREL admettait que les larves de Diptères se reproduisaient indéfiniment dans la profondeur par pädogenèse. Mais

WESENBERY-LUND a trouvé dans le plankton des œufs en train de descendre, et ZSCHOKKE constate qu'aucun stade larvaire ne manque dans les zones profondes. La transformation facile en nymphes et en imagos que nous avons maintes fois observée ne se concilie pas non plus avec l'hypothèse de FOREL ; une reproduction pédogénétique continue aurait au moins pour effet de produire une hésitation à reprendre le cours normal du développement. Enfin nous n'avons jamais trouvé d'organes génitaux développés dans nos larves. Toutes ces raisons ne permettent plus d'admettre l'opinion de FOREL. On ne peut admettre non plus qu'il s'agisse de larves écloses au littoral et émigrées dans la profondeur ; l'abondance, la régularité, la locomotion très lente des larves ne permettent pas cette hypothèse. Il s'agit donc certainement d'œufs démersaux, pondus à la surface, s'enfonçant lentement dans la profondeur et s'y développant en larves. Les nymphes refont le même chemin en sens contraire.

THIENEMANN (1913), étudiant les « Maare » de l'Eifel, a reconnu une correspondance entre la composition chimique du milieu et la faune des Chironomides et des Oligochètes. Dans les « maare » peu profondes, dont l'eau surchargée de matières organiques accuse en été une très faible proportion d'oxygène dissous ($3\text{cm}^3,49$ à $1\text{cm}^3,55$ par l.), suivant la profondeur, les larves du groupe *Chironomus* et *Tubifex filum* dominant considérablement. Dans les « maare » profondes, à eau pure, la proportion de l'oxygène dissous s'élève à $7\text{cm}^3,77$ à 38 m., en été. *Tubifex velutinus* et *Tanytarsus* dominant alors, c'est-à-dire des formes lentes ou dépourvues de tubes branchiaux. — Dans nos lacs suisses, la proportion d'O. dissous varie de $6\text{cm}^3,7$ à $7\text{cm}^3,59$ à 100 m., d'après DELEBECQUE. Nos lacs, et particulièrement celui de Neuchâtel, appartiennent donc au type profond de THIENEMANN ; aussi *T. velutinus* et les *Tanytarsus* dominant-ils de beaucoup, tandis que *T. filum* et les *Chironomus* sont exceptionnels. Il y a donc ici une relation bien définie entre la composition chimique du milieu et la faune qu'il abrite, tandis que les conditions physiques, la température surtout, ne paraissent pas jouer un rôle aussi capital.

21. Gastéropodes.

Tandis que les anciens malacologistes admettaient que les Mollusques ne pénétraient pas dans les lacs au-dessous de 4 m., les recherches de la faune profonde ont établi qu'une

belle série de ces animaux fréquentent les zones sublittorales et profondes. Leur étude, entreprise par BROU, CLESSIN, PIAGET, a montré qu'il s'agissait de formes réduites, descendant d'espèces littorales ou fluviatiles qui, en raison de la variabilité bien connue des Mollusques, présentent un faciès particulier : taille minime, couleur uniforme, coquille fragile, absence de stries d'accroissement, simplification de la charnière. ROSZKOWSKY admet, à l'encontre de CLESSIN et PIAGET, que ces formes ne se reproduisent pas dans la profondeur mais qu'une émigration continue du littoral vers le fond entretient la population ; cette opinion s'accorde difficilement avec la présence des caractères distinctifs cités plus haut.

On admet généralement (FEHLMANN, p. 44. ROSZKOWSKY, 1912, p. 380) que les espèces de Gastéropodes ne descendent dans la profondeur que là où une beine bien développée permet un bel épanouissement de la faune gastropodienne littorale. Cette opinion repose, croyons-nous, sur une apparence. La plupart de ces bêtes se nourrissent en effet d'algues et de plantes aquatiques ; là où une beine à végétaux existe, les Gastéropodes pourront prospérer et se multiplier à leur aise ; ils descendront même dans la profondeur pourvu que des débris végétaux leur arrivent régulièrement. Mais cette dernière condition peut être remplie, même si la région littorale est étroite ; les Gastéropodes pourront y trouver leur subsistance, et seront plus ou moins abondants. Ainsi, au cône de l'Areuse, où l'inclinaison des rives est la plus forte du lac, où le littoral est le plus réduit, une très riche faune de mollusques s'est établie grâce à l'abondance des végétaux précipités dans la profondeur. Une autre riche colonie s'est établie à la Motte, sans relation aucune avec le rivage, mais qui, grâce aux algues, peut l'héberger et la laisser prospérer. Cette opinion de FEHLMANN conduirait à faire supposer que les Gastéropodes ne seraient capables que de translations dans le sens vertical, et non dans le sens horizontal, ce qui paraît bien exclusif. — Quant aux Mollusques limivores, ils ne sont pas liés à la présence de débris végétaux et se répandent plus ou moins uniformément sur toute la surface du fond.

Gastéropodes	Profond.	Dragages		Ind.	Nouv.		Districts
		Nomb.	%		lac	l. pr.	
	m.						
1. <i>Limnaea limosa</i> (L) v. <i>lacustrina</i> , Cless.	35-72	2	2	2		+	V
2. " " v. <i>roszkoswiana</i> , Piag.	53	1	1	1	+		VIII
3. " <i>profunda</i> , Clessin	23-60	5	6	c.	+		I, III, V, VI
4. " <i>foreli</i> , Clessin <i>typica</i>	8-72	13	17	c.			I, II, III, VI
5. " " v. <i>obtusiformis</i> , Piag.	33-72	4	5	a. r.			I, II, III
6. " " v. <i>yungi</i> , Piaget	41-65	3	4	a. r.			I, III
7. " " v. <i>humilis</i> , Piaget	44	1	1	1			I
8. " " v. <i>intermedia</i> , Piaget	44	1	1	1			I
9. " <i>abyssicola</i> , Brot	23-72	4	5	a. r.			I, III, VI
10. " <i>truncatula</i> , (Müller)	35-73	2	2	3		+	V
11. <i>Planorbis carinatus</i> , (Müller)	8-9	2	2	c.			VI
12. " <i>marginatus</i> , L.	12	1	1	c.			VI
13. " <i>contortus</i> , (L.)	8-12	4	5	c.			VI
14. " <i>albus</i> , (Müller)	30	1	1	1		+	II
15. <i>Velletia lacustris</i> , (L.)	84	1	1	2		+	I
16. <i>Bithynia tentaculata</i> , (Müller)	8-26	5	7	c.			VI
17. <i>Valvata antiqua</i> , (Soro.)	12-53	4	5	a. r.			VI, III, VIII
18. " " v. <i>fuhrmanni</i> , Piaget	8-17	5	7	a. r.			VI
19. " <i>lacustris</i> , Clessin	12-34	5	7	a. r.	+		I, VI
20. " <i>depressa</i> , C. Pf.	12-34	3	4	3	+		II, VI
21. " <i>cristata</i> , Müller	12-35	2	2	2	+		V, VI

L'ordre de fréquence qui résulte de ce tableau est :

1. <i>L. foreli</i>	trouvée 15 fois.	4. <i>L. abyssicola</i>	trouvée 4 fois.
2. <i>V. antiqua</i>	» 8 »	<i>P. contortus</i>	» 4 »
3. <i>L. profunda</i>	» 5 »	5. <i>V. depressa</i>	» 3 »
<i>V. lacustris</i>	» 5 »	<i>L. limosa</i>	» 3 »
<i>B. tentaculata</i>	» 5 »		

Ces espèces ne descendent pas toutes également dans la profondeur. Les *Planorbis* par exemple restent dans la zone sublittorale.

Au-dessous de	10 m.	descendent	14 espèces et 6 variétés.
»	20 m.	»	11 » 5 »
»	30 m.	»	10 » 5 »
»	40 m.	»	7 » 5 »
»	50 m.	»	7 » 3 »
»	60 m.	»	5 » 2 »
»	70 m.	»	4 » 1 »
»	80 m.	descend	1 espèce.

Souvent les Gastéropodes se trouvent en compagnie. Sur 28 dragages (soit le 36 %) où ils ont été trouvés, 14 n'en contenaient qu'une espèce, — 5 en contenaient deux espèces chacun, — 3, trois espèces chacun, — 4, quatre espèces, — un, six espèces, — un huit espèces, ces deux derniers à la Motte. Les associations les plus fréquentes ont été :

L. foreli + ses variétés 7 fois.

Valvata + *Bythinia* 3 fois.

L. foreli + *L. profunda* 1 fois.

Planorbis + *Valvata* 2 fois.

L. profunda + *L. abyssicola* 2 fois.

La faune neuchâteloise, la faune du lac et la faune profonde comparées donnent les résultats suivants :

	A. neuch.	B. lac	C. prof.	Rapports: B: A	C: A	C: B
genres	48	8	5	16 0/0	10 0/0	62 0/0
espèces	128	29	15	22 0/0	12 0/0	52 0/0

Les coefficients génériques sont respectivement 0,37 — 0,28 et 0,33. Ils montrent une irrégularité due sans doute aux nombreuses espèces terrestres comptées dans la faune neuchâteloise.

1. *Limnaea limosa*, var. *lacustrina*, indiquée par CLESSIN dans quelques lacs suisses, l'est par GODET dans les grèves du lac. Pour la première fois, elle est mentionnée dans la profondeur ; l'un des exemplaires était intermédiaire entre *lacustrina* et *roszkowskiana*, l'autre semblait dériver directement du type. L'observation de PIAGET que les Limnées littorales descendent rarement dans les abysses est donc confirmée ; cet habitat profond est exceptionnel.

2. *Limnaea limosa*, var. *roszkowskiana*. — ROSZKOWSKY a cru voir en elle l'intermédiaire entre les Limnées littorales et les profondes ; elle est en effet très polymorphe et semble résumer en elle-même les caractères littoraux et profonds. (PIAGET, 1913, p. 618). Trouvée dans le Léman à 30 m., elle descend plus bas, quoique exceptionnellement, dans notre lac à 53 m.

3. *Limnaea profunda* a été créée par CLESSIN au vu de 3 individus dragués à Morges à 50 m. Elle fut trouvée plus tard dans le Léman à 200 m., le Ceresio à 90 m. Elle dérive, selon BROU, CLESSIN et PIAGET, de *L. stagnalis*, var. *lacustris*, très fréquente dans les rivières et les étangs. C'est une de nos espèces les plus répandues.

4-8. *Limnaea Foreli*, dérivée de *L. limosa*, se rapproche parfois considérablement de *L. abyssicola*, issue de *L. palustris*. (PIAGET, 1913 a, p. 157). C'est de beaucoup le plus fréquent de nos Gastéropodes profonds.

La *Var. typica* a été draguée par FOREL à 260 m. dans le Léman, dans le lac de Constance à 25 m., dans notre lac à 50 m. ; elle correspond mieux dans notre lac au type de CLESSIN que dans le Léman. Nous l'avons retrouvée à 72 m. devant le Seyon.

La *var. obtusiformis* a été trouvée déjà dans le Léman (30-305 m.) et dans notre lac (50 m.) où nous avons de nouveau constaté sa présence de 33 à 72 m.

La *var. Yungi* fut d'abord élevée au rang d'espèce par PIAGET (1912 c) ; d'après une communication verbale de cet auteur, elle doit rentrer dans le groupe de *L. foreli*. Elle fut trouvée dans le Léman à 100 et 217 m. et dans le lac de Neuchâtel (50 m.).

La *var. humilis* (= *L. yungi*, *var. humilis*) se rapproche beaucoup de *foreli* et a fourni l'intermédiaire rattachant cette dernière à *Yungi*. Déjà trouvée au Léman et dans notre lac.

La *var. intermedia* est plus proche de *yungi* dans les profondeurs que dans la zone semi-profonde.

9. *Limnaea abyssicola*, dérivée de *L. palustris*, descend, dans le Léman, jusqu'à 260 m., où elle est plus fréquente que *L. foreli*. Dans notre lac, elle fut signalée par DUPLESSIS, puis par FUHRMANN à 50 m. ; elle s'y trouve avec les deux variétés *Brotiana* Piag. et *macrostoma* Piag. que nous n'avons pas retrouvées. Elle est encore signalée à 70 m. dans le Ceresio.

10. *Limnaea truncatula*, commune dans tout le canton, est une forme assez stable. Inconnue jusqu'ici dans la profondeur, elle peut subsister à l'Areuse, grâce aux débris végétaux, mais ne semble pas s'en écarter.

11-14. *Planorbis carinatus*, *contortus*, *marginatus*, *albus*¹.

Les Planorbes, dont 9 espèces sont connues dans le canton et 7 dans le lac, n'appartiennent pas à la faune profonde proprement dite. Cependant leur présence à la Motte nous semble assez intéressante pour qu'elle soit signalée. — *Pl. albus*, grâce au cône du Seyon, s'est aventuré dans la profondeur

¹ EKMAN a trouvé dans le Vetter *P. albus* en deux coquilles vides, à 15 et 45 m. Cela ne peut indiquer un habitat réel, car les coquilles peuvent fort bien être entraînées dans le fond : ainsi nous avons trouvé une coquille d'*Helix pomatia* à 53 m. Cet auteur a encore trouvé *P. borealis* vivant à 15 m. et *P. contortus* à 24 m.

jusqu'à 30 m. C'est le premier *Planorbis* de la faune profonde.

15. *Velletia lacustris*, indiquée par GODET sous les pierres du lac, a été trouvée en deux exemplaires vivants à 84 m. Quoique exceptionnelle dans cet habitat, elle tient le record de la profondeur de nos Gastéropodes.

16. *Bithynia tentaculata*, répandue en Allemagne, Autriche, Suisse, etc., habite la Motte en une fort nombreuse colonie. Habitant le littoral, elle descend rarement plus bas que 20-25 m., sa station la plus profonde est au lac de Garda à 60 m. DUPLESSIS croit qu'elle se multiplie dans la profondeur.

17-21. *G. Valvata*. — Sur 13 espèces de ce genre, 9 fréquentent la profondeur. *V. antiqua*, trouvée déjà dans les lacs Léman, Brienz et Thoune, est plutôt sublittorale. Suivant CLESSIN, elle serait souche de *V. lacustris*, mais PIAGET attribue à celle-ci une origine fluviatile. Sa var. *Fuhrmanni* ne peut représenter, d'après PIAGET, l'intermédiaire entre *antiqua* et *lacustris*. Dans nos pêches, la var. *Fuhrmanni*, quoique considérée comme ayant un facies profond, n'a été trouvée qu'à 17 m., tandis que la variété type est descendue à 53 m.

19. *Valvata lacustris*, trouvée déjà dans le Léman, les lacs d'Annecy, Zurich, Constance, Pfäffikon, Garda, est nouvelle pour notre lac.

20. *Valvata depressa*, inconnue dans la profondeur jusqu'à EKMAN, a donné naissance à la variété profonde *Imhofi* du lac de Garda. Nous l'avons retrouvée jusqu'à 34 m.

21. *Valvata cristata*, indiquée comme douteuse dans le Traunsee, descend dans la profondeur dans le Vetter à 33 m. et dans notre lac à 35 m.

On remarquera que des 3 espèces créées par CLESSIN dans les *Valvata* profondes, une seule *V. lacustris* s'est trouvée dans nos dragages. Les 3 autres espèces trouvées par nous sont littorales ou sublittorales et sont descendues exceptionnellement dans la profondeur. Ainsi s'affirme toujours davantage le caractère de notre faune bathyale où les formes caractéristiques sont submergées par des formes eurybathes venues du littoral, de la rivière ou du marais voisin.

22. Lamellibranches.

Plus abondants, plus réguliers et plus caractéristiques que les Gastéropodes, les Lamellibranches, réduits au genre *Pisidium*, offrent ceci de particulier que chaque bassin lacustre

possède des formes qui lui sont propres ; il en résulte que peu d'espèces coexistent dans le même lac. Ainsi 2 espèces sont citées pour le Léman, 1 pour le lac des Quatre-Cantons, 7 pour celui de Brienz, 3 dans le lac de Thoune et dans celui de Lugano, 6 pour le Vetter. Au total 27 espèces sont mentionnées en Suisse. Ces formes profondes dérivent d'un petit nombre d'espèces, ainsi :

De *P. fossarinum* dérivent *P. occupatum*, *prolungatum*, *yungi*, *candidum*.

De *P. milium* dérive *P. urinator*.

De *P. nitidum* » *P. foreli*.

Lamellibranchés	Profond.	Dragages		Ind.	Nouv.		Districts
		Nomb.	‰		lac.	l.f. pr.	
	m.						
1. <i>Sphaerium corneum</i> , (L.)	53	1	1	1			VIII
2. <i>S. corneum</i> v. <i>Monardi</i> n. v. Piaget	23-30	1	1	1	+	+	III
3. <i>Pisidium amnicum</i> , Mül., v. <i>coutagnei</i> , Piaget	65	1	1	1		+	V
4. <i>Pisidium henslowianum</i> , Sheppard	12	1	1	2	+		VI
5. » <i>prolungatum</i> , Clessin	30-144	5	6	a. c.			I, III, V, VII
6. » <i>yungi</i> , Piaget	23-127	7	9	a. c.	+		I, II, III, VII
7. » <i>candidum</i> , Piaget	30-84	3	4	r.	+		I, V
8. » <i>nitidum</i> , Jennyns	12-30	2	2	r.			II, VI
9. » » v. <i>pulchella</i> , Jenn.	12-23	2	2	r.	+		II, VI
10. » » v. <i>bedoti</i> , Piaget	12	1	1	1	+		VI
11. » <i>foreli</i> , Clessin, v. <i>typica</i>	12-95	13	17	c.			partout
12. » » v. <i>occupata</i> , (Clessin)	30-135	13	17	c.			partout
13. » » v. <i>neocomensis</i> , Piag.	33-120	16	21	c. c.			partout
14. » » v. <i>infima</i> , Piaget	30-112	13	17	c.			partout
15. » » v. <i>noviodunensis</i> , Piaget	9-139	17	22	c. c.			partout
16. » <i>urinator</i> , Clessin	9	1	1	r.	+		VI

En outre *Anodonta mutabilis* a été trouvée à 9 m. à la Motte.

Le tableau de fréquence des 9 espèces est le suivant :

1. *P. foreli* et variétés trouvé 49 fois.
2. *P. yungi* trouvé 7 fois.
3. *P. prolongatum* trouvé 5 fois.
4. *P. candidum*, *P. nitidum* trouvés 3 fois.
5. *P. urinator*, *P. amnicum*, *P. henslowianum* trouvés chacun 1 fois.

56 dragages sur 78, soit le 72 %, ont contenu des Lamellibranches ; très souvent, on ne trouve qu'une forme par dragage. Ce fut le cas dans 38 pêches. Ailleurs, on trouve plusieurs formes cohabitant le même endroit. Ainsi :

10	dragages	ont	contenu	chacun	2	formes.
4	»	»	»	»	3	»
1	dragage	a	contenu		4	»
2	dragages	ont.	contenu	»	5	»
2	»	»	»	»	6	»
1	dragage	a	contenu		7	»

Pisidium Foreli, avec toutes ses variétés, s'est trouvé dans 3 dragages à 77 m., 80 m. et 85 m. ; l'un contenait en outre *P. Yungi* et un autre *P. prolungatum*.

1 dragage à 12 m. à la Motte contenait *P. nitidum* avec ses deux variétés, *P. henslowianum* et *P. Foreli*.

16 dragages contenaient 2 variétés de *P. Foreli*, surtout *noviodunensis* + *infima*, ou *neocomensis* + *occupatum*, ou *neocomensis* + *infima*.

Si nous comparons cette faune de Lamellibranches profonds avec celles du lac et du canton, nous trouvons :

	A. canton	B. lac	C. prof.	Rapports :	B : A	C : A	C : B
genres	4	4	2		100 0/0	50 0/0	50 0/0
espèces	19	14	9		73 0/0	47 0/0	64 0/0

Les coefficients génériques sont 0,21 — 0,29 — 0,22.

1. *Sphaerium corneum*. — Commune dans la presque totalité de l'Europe, cette espèce n'était pas connue dans la faune profonde. ZSCHOKKE en dit « die Sphaerien scheinen unter die Tiefenlinie von 20 m. kaum hinabzusinken ». EKMAN la signale dans 10 pêches effectuées jusqu'à 34 m., et dans une autre à 60 m., mais toujours en individus isolés. L'espèce ne paraît pas s'adapter aux conditions du fond et ne peut subsister que là où des débris végétaux arrivent régulièrement. L'un des deux exemplaires trouvés était normal « forma umbonibus erecta », l'autre assez différent du type pour que PIAGET l'élève au rang de variété. *Sphaerium corneum*, v. *monardi* se distingue par : *Testa minor typo, minus ventriosa, pallidior tenue striatula, fragilis, umbonibus normale positis, paulo obtusioribus et minus erectis*.

3. *Pisidium amnicum*, qui n'a donné naissance à aucune forme profonde, est très fréquent dans le littoral du lac et paraît être répandu dans toute l'Europe centrale à l'exception

des hautes Alpes. Il peut, mais occasionnellement seulement, pénétrer dans la profondeur.

4. *Pisidium henslowianum*. — Cette espèce, rare en Suisse, signalée au Bodan, au Léman (25 m.), au lac de Brienz (35 m.) et au lac d'Annecy, paraissait disparue de notre lac. PIAGET l'a trouvée fossile dans les dunes du Seeland, ce qui indique qu'elle était assez fréquente autrefois. Deux exemplaires vivants, trouvés sur la Motte, établissent qu'elle s'est réfugiée à cette station où, du reste, elle est fort peu abondante.

PIAGET (1913 a), rapprochant son absence de celle de *P. nitidum* et de *P. fossarinum*, disait : « Il faut donc s'attendre à la découverte de quelques stations de ce mollusque, dans la faune littorale ou ailleurs. » *P. nitidum* a été trouvé par FUHRMANN, et *P. henslowianum* par nous-même. Seul *P. fossarinum* échappe encore aux recherches. — Ce simple fait indique bien avec quelle prudence on doit tirer des conclusions d'une donnée négative qu'une heureuse trouvaille peut toujours renverser.

5. *Pisidium prolungatum*, décrit par CLESSIN sur des exemplaires du lac de Walenstadt, est encore connu des lacs des Quatre-Cantons et du Bourget. Il descend, dans notre lac, au point le plus bas.

6. *Pisidium yungi* est connu du Léman à 30, à 100 m. de profondeur. Il descend plus bas encore (127 m.) dans notre lac.

7. *Pisidium candidum* n'est connu jusqu'à présent que dans le Léman et le lac de Neuchâtel.

8. *Pisidium nitidum* et ses variétés sont des formes littorales ou sublittorales. Longtemps inconnu dans notre lac, il fut d'abord trouvé par FUHRMANN puis par nous-même. Il passe pour être l'ancêtre de *P. Foreli* si abondant dans notre lac (voir aussi *P. henslowianum*).

11. *Pisidium Foreli* est l'espèce la plus fréquente de notre lac et l'une des plus répandues (Léman, Bodan, Brienz, Lünersee). Issue de *P. nitidum*, elle possède très nettement les caractères profonds (taille, charnière, régime limivore, etc.). Très variable, elle a donné naissance à toute une série de formes dont les unes (*infima*, *noviodunensis*) sont communes au Léman et au lac de Neuchâtel, les autres (*occupatum*, *neocomensis*) étant spéciales à ce dernier. — Sa fréquence augmente jusqu'à 100 m., puis diminue légèrement (0 à 20 m., 25 % — 20 à 40 m., 39 % — 40 à 60 m., 48 % — 60 à 80 m., 44 % — 80 à 100 m., 58 % — 100 à 120 m., 55 % — 120 à

144 m., 40 %). Ses différentes variétés semblent également réparties sur le fond ; toutes dépassent la profondeur de 100 m., toutes arrivent à la zone sublittorale où 2 pénètrent. La distribution horizontale montre ce fait frappant : tous les districts profonds hébergent cette espèce à l'exception du cône de l'Areuse. Nous retrouvons donc ici la répulsion pour cette station, partagée par la plupart des espèces caractéristiques de la profondeur.

12. *Pisidium urinator* est connu des lacs de la Suisse orientale dont il fréquente surtout le littoral. On le connaît de la profondeur dans les lacs de Zoug (130 m.), Sils (40 m.), Brienz et Thoune (100 m.). Notre trouvaille démontre qu'il est répandu plus à l'ouest encore.

Une comparaison entre les Gastéropodes et les Lamellibranches profonds s'impose. Dans les deux groupes, on distingue des formes littorales erratiques et des formes plus adaptées à la vie des fonds. Celles du premier groupe l'emportent en nombre (d'espèces) sur celles du deuxième ; mais les proportions sont renversées pour le nombre d'individus.

Les formes profondes pénètrent toutes, sauf 2, dans la zone sublittorale, à la Motte surtout.

Espèces erratiques.		Espèces profondes.	
<i>S. corneum</i>	<i>L. limosa</i>	<i>P. yungi</i>	<i>L. profunda</i>
<i>P. amnicum</i>	<i>L. truncatula</i>	<i>P. candidum</i>	<i>L. foreli</i>
<i>P. henslowianum</i>	<i>g. Planorbis</i>	<i>P. foreli</i>	<i>L. abyssicola</i>
<i>P. nitidum</i>	<i>Vel. lacustris</i>	<i>P. prolungatum</i>	<i>Val. lacustris</i>
<i>P. urinator</i>	<i>B. tentaculata</i>		
	<i>Val. antiqua</i>		
	<i>Val. depressa</i>		
	<i>Val. cristata</i>		

Les *Pisidies*, beaucoup plus nombreuses en individus que les *Limnées*, descendent aussi beaucoup plus bas et paraissent donc beaucoup mieux adaptées aux conditions profondes. Dans la zone sublittorale et la Motte, les Gastéropodes par contre l'emportent sur les Lamellibranches. Des questions de régime alimentaire suffisent à expliquer ces différences.

23. Bryozoaires.

Fredericella sultana (Blbch.) a été citée très souvent dans la profondeur des lacs ; elle est en effet connue dans le Léman, les lacs de Thoune (25 à 100 m.), de Brienz, Sempach,

Aegeri, Sarnen, Walenstadt (90 m.), Zurich, Bienne, Constance, Joux, Quatre-Cantons (25 % des dragages de 30-170 m.), Lugano (15 % des dragages, 30-80 m.), Vetter (15-110 m.). EKMAN, à ce sujet, remarque que partout il s'agit de tubes vides et qu'il n'est pas certain que l'animal soit aussi fréquent que les tubes semblent l'indiquer, car ceux-ci peuvent fort bien être amenés par les courants.

Nous avons fait, dans notre lac, la même remarque ; les tubes vides de *F. sultana* y abondent devant Serrières et Neuchâtel ; deux fois seulement à 16 et 59 m., des colonies vivantes ont été recueillies. Si, d'une part, la rareté des Bryozoaires vivants parle en faveur d'une importation passive des tubes du littoral dans la profondeur, d'autre part la présence régulière de cette espèce dans d'autres lacs, les différences physiologiques qu'a remarquées FOREL autorisent à admettre l'habitat profond normal de *F. sultana*.

IV. LES RÉSULTATS GÉNÉRAUX

I. Sommation des groupes.

La troisième partie de ce travail a été tout entière consacrée à présenter, groupe après groupe, la population des profondeurs du lac de Neuchâtel ; ces données isolées doivent maintenant être réunies et coordonnées de façon à ce que des considérations générales puissent s'en dégager. Résumons d'abord, dans le tableau suivant, les résultats obtenus :

	g.	esp.	var.		g.	esp.	var.
<i>Flagellés</i>	3	3		Report	113	209	11
<i>Rhizopodes</i>	18	47	8	<i>Cladocères</i>	16	25	
<i>Infusoires</i>	30	51		<i>Cypridés</i>	6	10	1
<i>Hydrozoaires</i>	1	1		<i>Cytheridés</i>	3	3	
<i>Triclades</i>	1	1		<i>Cyclopidés</i>	1	10	
<i>Rhabdocèles</i>	16	28		<i>Harpacticides</i>	1	7	2
<i>Cestodes</i>	1	1		<i>Amphipodes</i>	2	2	
<i>Rotateurs</i>	9	11		<i>Hydracarinae</i>	11	16	
<i>Gastrotriches</i>	1	1		<i>Halacarides</i>	1	3	
<i>Nématodes</i>	10	23	3	<i>Tardigrades</i>	1	2	
<i>Mermithides</i>	3	11		<i>Plec., Eph., etc.</i>	5	5	
<i>Nématomorphes</i>	1	1		<i>Diptères</i>	5	5?	
<i>Némertiens</i>	1	1		<i>Gastropodes</i>	5	15	6
<i>Oligochètes</i>	14	24		<i>Lamellibranches</i>	2	9	7
<i>Hirudinées</i>	4	5		<i>Bryozoaires</i>	1	1	
A reporter	113	209	11	Totaux	173	322	27
						349	

Le coefficient générique qui résulte de ce tableau est 0,53.

Nous avons établi, pour chaque groupe, l'ordre de fréquence. Le nombre moyen d'espèces par dragage étant de 30, établissons maintenant les 30 espèces les plus fréquentes dans la faune profonde :

	‰		‰
1. <i>Diffugia pyriformis</i>	100	16. <i>Diffugia globulosa</i>	48
2. <i>Cyclops fimbriatus</i>	78	17. <i>Diffugia lemani</i>	44
3. <i>Tubifex velutinus</i>	77	18. <i>Candona neglecta</i>	44
4. <i>Diffugia constricta</i>	72	19. <i>Tanytarsus</i>	44
5. <i>Isonus ignavus</i>	70	20. <i>Canthocamptus crassus</i>	44
6. <i>Dorylaimus secundus</i>	66	21. <i>Cyclops viridis</i>	44
7. <i>Tubifex hammoniensis</i>	63	22. <i>Diffugia fallax</i>	40
8. <i>Pisidium foreli</i>	60	23. <i>Pontigulasia bigibbosa</i>	40
9. <i>Cypria ophtalmica</i>	59	24. <i>Dendrocoelum lacteum</i>	40
10. <i>Centropages aculeata</i>	56	25. <i>Rhabdostyla ovum</i>	40
11. <i>Plagiostomum lemani</i>	54	26. <i>Lagenophrys ampulla</i>	39
12. <i>Monohystera dubia</i>	52	27. <i>Trilobus gracilis</i>	37
13. <i>Diffugia elegans teres.</i>	52	28. <i>Tokophrys cyclopum</i>	36
14. <i>Canthocamptus schmeili</i>	50	29. <i>Diffugia lebes</i>	36
15. <i>Otomesostoma auditivum</i>	50	30. <i>Monohystera vulgaris</i>	34

Il est à remarquer que la plupart de ces espèces sont des cosmopolites universellement répandus. 8 seulement passent pour être caractéristiques de la profondeur.

Cette liste est pour ainsi dire celle du dragage moyen résultant de toute nos observations ; mais elle ne tient pas compte des profondeurs. En tenant compte de ce facteur, et en utilisant les tableaux de fréquence relative, nous allons essayer d'établir les listes d'animaux les plus fréquents de 0 à 20 m., 20 à 40 m., etc. Les Protozoaires dont l'étude a été fragmentaire ne sont pas compris dans ces listes (voir p. 187).

Les Acariens, Cladocères et Gastéropodes ne sont notés que dans la première zone, les Amphipodes seulement dans la dernière. Tous les autres groupes sont représentés à peu près également dans chacune des zones, sauf toutefois les Ostracodes, qui, à 100 m., atteignent un maximum de 7 espèces. — Les têtes de colonne sont occupées presque partout par des espèces cosmopolites, sauf la première où *Cytheridea lacustris*, envisagée partout pour une forme profonde, tient la première place. Il est intéressant, dans ce tableau, de suivre les variations de rang d'une espèce dans les différentes zones.

	0 - 20 m.	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100 - 120	120 - 144
<i>Cytheridea lacust.</i> rang	1	—	—	16	10	19	6
<i>Limnocythere</i> »	—	—	—	19	—	2	17
<i>Canth. schmeili</i> »	5	8	17	18	20	6	10
<i>Cyclops fimbriatus</i> »	4	3	6	9	14	—	9
<i>Plag. lemani</i> »	12	9	18	15	15	7	20
<i>Otomesos. audit.</i> »	13	17	12	11	16	—	16
<i>Tubifex velutinus</i> »	14	13	3	13	11	5	8

0 — 20 m.	20 — 40 m.	40 — 60 m.	60 — 80 m.	80 — 100 m.	100 — 120 m.	120 — 144 m.
<i>Cyath. lacustris</i> * <i>Hygr. nigromac.</i> <i>Trilobus gracilis</i> <i>Cycl. fimbriatus</i> <i>Canth. schmeili</i> <i>Canth. staph.</i> <i>Canth. crassus</i> * <i>Midea orbiculata</i> * <i>Pionacere. vatrax</i> <i>Tanyptus</i> * <i>Valv. antiqua</i> <i>Plag. lemani</i> <i>Otomes. audit.</i> <i>Tub. velutinus</i> <i>Styl. hering.</i> * <i>Chydorus piger</i> <i>Canth. stap. neoc.</i> <i>Cypria ophtal.</i> <i>Tanyptus</i> * <i>Mesost. lingua</i> <i>Doryl. fecundus</i>	<i>Cypria ophtal.</i> <i>Orthocladus</i> <i>Cycl. fimbriatus</i> <i>Canth. crassus</i> <i>Canclona neglec.</i> <i>Tanyptus</i> <i>Tub. hammon.</i> <i>Canth. schmeili</i> <i>Plag. lemani</i> <i>Ironus ignavus</i> <i>Doryl. fecundus</i> <i>Trilobus gracil.</i> <i>Tub. velutinus</i> <i>Styl. hering.</i> <i>Canth. staph.</i> <i>Tanyptus</i> <i>Otomes. audit.</i> <i>Canclona cand.</i> <i>Dendroc. lact.</i> <i>Cyclops viridis</i> <i>Pisid. foreli</i>	<i>Cypria ophtal.</i> <i>Tanyptus</i> <i>Tub. velutinus</i> <i>Canclona neglec.</i> <i>Ironus ignavus</i> <i>Cycl. fimbriatus</i> <i>Tanyptus</i> <i>Orthocladus</i> <i>Pisid. foreli</i> <i>Tub. hammon.</i> <i>Doryl. fecundus</i> <i>Otomes. audit.</i> <i>Cyclops viridis</i> <i>Trilobus gracil.</i> <i>Styl. hering.</i> <i>Canth. crassus</i> <i>Canth. schmeili</i> <i>Plag. lemani</i> <i>Dendroc. lact.</i> <i>Canclona cand.</i> <i>Tubifex ferox</i>	<i>Tanyptus</i> <i>Orthocladus</i> <i>Cypria ophtal.</i> <i>Tanyptus</i> <i>Canclona neglec.</i> <i>Ironus ignavus</i> <i>Pisid. foreli</i> <i>Canclona cand.</i> <i>Cycl. fimbriatus</i> <i>Cyclops viridis</i> <i>Otomes. audit.</i> * <i>Ceratopogon</i> <i>Tub. velutinus</i> <i>Tub. hammon.</i> <i>Plag. lemani</i> <i>Cyath. lacustris</i> <i>Trilobus gracil.</i> <i>Canth. schmeili</i> <i>Limnic. s. patr.</i>	<i>Tanyptus</i> <i>Cypria ophtal.</i> <i>Canclona neglec.</i> <i>Tanyptus</i> <i>Ironus ignavus</i> <i>Doryl. fecundus</i> <i>Pisid. foreli</i> <i>Orthocladus</i> <i>Canclona cand.</i> <i>Cyath. lacustris</i> <i>Tub. velutinus</i> <i>Tub. hammon.</i> <i>Cyclops viridis</i> <i>Cycl. fimbriatus</i> <i>Plag. lemani</i> <i>Otomes. audit.</i> <i>Trilobus gracil.</i> <i>Canth. crassus</i> <i>Cycl. serrulatus</i> <i>Dendroc. lact.</i>	<i>Cypria ophtal.</i> <i>Limnic. s. patr.</i> <i>Tanyptus</i> <i>Tanyptus</i> <i>Tub. velutinus</i> <i>Canth. schmeili</i> <i>Plag. lemani</i> <i>Dendroc. lacteum.</i> <i>Canclona neglecta</i> <i>Orthocladus</i> <i>Tub. hammon.</i> <i>Pisid. foreli</i> <i>Ironus ignavus</i> <i>Cycl. serrulatus</i> <i>Cyclops viridis</i> <i>Canth. crassus</i> * <i>Mesost. ehrenb.</i> <i>Canclona candida</i> <i>Cyath. lacustris</i> * <i>Leucoecyph. mir.</i> * <i>Itiocypripis lacustr.</i>	<i>Cypria ophtal.</i> <i>Canclona neglecta</i> <i>Doryl. fecundus</i> <i>Ironus ignavus</i> <i>Tanyptus</i> <i>Cyath. lacustris</i> <i>Canclona candida</i> <i>Tub. velutinus</i> <i>Cycl. fimbriatus</i> <i>Canth. schmeili</i> <i>Tanyptus</i> <i>Trilobus gracilis</i> <i>Tub. hammon.</i> <i>Cycl. serrulatus</i> <i>Pisid. foreli</i> <i>Otomes. audit.</i> <i>Limnic. s. patr.</i> <i>Cyclops viridis</i> * <i>Niphargus foreli</i> <i>Plag. lemani</i> <i>Dendroc. lacteum</i>

* Espèces mentionnées une fois seulement.

Nos recherches ont permis la découverte de 26 espèces et variétés nouvelles. Ce sont :

- Epistylis violacea* n. sp., Mihi.
Cothurniopsis canthocampti n. sp., Mihi.
* *Provortex lacustris* n. sp., Fuhrmann.
* *Opisthomum lacustris* n. sp., Fuhrmann.
* *Castrada monardi* n. sp., Fuhrmann.
* » *tridentata* n. sp., Fuhrmann.
* *Mesostoma monorchis* n. sp., Fuhrmann.
* *Acorrhynchus neocomense* n. sp., Fuhrmann.
Callidina progonidia n. sp., Mihi.
Ironus ignavus v. *colourus* n. v., Steiner.
Trilobus gracilis v. *homophysalidis* n. v., Steiner.
» » v. *allophysis* n. v., Steiner.
Dorylaimus fecundus v. *helveticus* n. v., Steiner.
» *longicaudatus* v. *aquatilis* n. v., Steiner.
Mermis pachysoma n. sp., Steiner.
» *aorista* n. sp., Steiner.
Paramermis contorta v. *bathycola* n. v., Steiner.
» *macroposthia* n. sp., Steiner.
Peracantha fuhrmanni n. sp., Mihi.
Cypria ophtalmica v. *punctata* n. v., Mihi.
Canthocamptus staphylinus v. *neocomense* n. v., Mihi.
* *Lebertia extrema* n. sp., Walter.
* » *sublittoralis* n. sp., Walter.
* *Soldanellonyx parviscutatus* n. sp., Walter.
* » *monardi* n. sp., Walter.
Sphaerium corneum v. *monardi* n. v. Piaget.

2. Distribution des espèces.

a) Distribution horizontale.

Nous avons déjà remarqué qu'aucun de nos dragages ne s'était montré azoïque ; la surface entière du fond paraît donc peuplée d'animaux qui y trouvent les conditions nécessaires à leur existence. Mais cette population, quoique présente partout, est loin de présenter en tous les endroits une égale densité ; là où s'accumulent les débris du littoral, au cône de dépôt des rivières, grouille une faune abondante de vers,

* Espèces non encore décrites.

de larves d'insectes, de crustacés ; ailleurs où l'alimentation est plus précaire, les individus et les espèces se font plus rares, sans disparaître complètement.

Cependant la densité animale n'est nullement en rapport avec la profondeur et dépend surtout des conditions d'alimentation. Or celles-ci sont liées à des facteurs irréguliers, à la présence d'un affluent, d'une source, d'un courant profond, d'un tourbillon superficiel qui accumulent en un endroit des détritiques de toute espèce. Il est vrai que ces conditions favorables se rencontrent surtout près du littoral et dans les zones semi-profondes ; mais l'éloignement des rives n'est pas en rapport avec la profondeur, à cause des inégalités de la surface du fond du lac. D'autre part, les variations de température étant en relation directe avec la profondeur, et la densité animale en étant indépendante, il suit de là que : *la densité animale est indépendante de la température comme de la profondeur, et dépend uniquement des conditions d'alimentation.*

Si le fond du lac paraît donc peuplé en tous ses points, il s'en faut de beaucoup que ce soit partout des mêmes espèces, et l'on en peut même considérer deux groupes. Les unes, particulièrement résistantes, arrivées peut-être les premières dans la profondeur, sont présentes à peu près dans tous les dragages, à l'exception parfois du cône de l'Areuse. C'est surtout : *Diffugia pyriformis*, *D. constricta*, *Centropyxis aculeata*, *Plagiostomum lemani*, *Dendrocoelum lacteum*, *Monohystera*, *Trilobus gracilis*, *Ironus ignavus*, *Dorylaimus fecundus*, *Tubifex velutinus*, *T. hammoniensis*, *Candona candida*, *C. neglecta*, *Cypria ophtalmica*, *Cyclops fimbriatus*, *Canthocamptus schmeili*, les larves des groupes *Tanypus*, *Tanytarsus*, *Orthocladus*, les *Pisidium*, etc. Les secondes, au contraire, disséminées en certains endroits du lac, absentes ailleurs, forment des colonies ou cités très caractéristiques. C'est ainsi qu'un dragage nous a fourni de très nombreux *Iliocryptus sordidus*, un autre *Macrochaetina intermedia*, un autre *Mononchus macrostoma*, un autre encore des *Castrada*, *Olisthanella*, *Provortex*, etc. Ces cités se rencontrent surtout dans la zone sublittorale ou semi-profonde, où elles paraissent très nombreuses, très diverses, mais aussi de faible superficie. A mesure que l'on s'enfonce, les conditions plus uniformes, la disparition des obstacles à l'extension d'une espèce tendent à diminuer le nombre de ces cités, mais aussi à les agrandir, si bien qu'elles finissent par empiéter les unes sur les autres. La répartition des espèces est donc beaucoup plus uniforme

dans la profondeur que dans les zones supérieures, car le fond commun en *Tubifex*, *Cypria*, *Cyclops*, *Pisidium*, domine sur les espèces sporadiques qui tendent à diminuer. Cependant on a la chance parfois de rencontrer encore une cité intéressante ; ainsi une fois *Callidina progonidia* s'est montrée très abondante à 133 m., une autre fois c'est *Iliocypris lacustris* ou *Limnocythere sanctipatrici*, etc.

Lorsqu'en un point, une cité se présente où une espèce pullule en nombre considérable, il se produit en même temps une diminution correspondante des autres espèces. Par exemple un dragage (109 m.) a fourni des quantités prodigieuses de larves de *Tanytarsus* ; mais en même temps d'autres bêtes partout communes, *Cypria ophthalmica*, *Candona*, Turbellaires et Nématodes, accusaient une diminution considérable du nombre moyen. La prédominance d'une espèce semble donc s'établir aux dépens des autres. Les matières nutritives renfermées dans la vase sont peu abondantes et leur renouvellement toujours lent ou précaire ; la multiplication exagérée des individus vivants a tantôt fait de diminuer cette réserve de telle façon que la fuite des autres espèces s'impose.

Bien plus, cette même diminution des matières nutritives tend à déplacer les colonies sur le fond, à provoquer l'émigration. Leur épuisement en un point oblige nécessairement la cité à périr ou à se déplacer. C'est ainsi qu'un dragage à 53 m. près de Cudrefin a montré une grande quantité de valves de *Candona*, tandis que les individus vivants étaient fort peu nombreux. Une telle accumulation peut aussi être due à un tourbillon ou à un courant, mais alors d'autres débris s'y seraient trouvés, ce qui n'a pas été le cas. A la Motte, nous avons ramené des quantités de coquilles vides de Gastéropodes avec très peu d'exemplaires vivants. Il faut déduire de ces faits, croyons-nous, qu'un déplacement lent des cités se produit sur le fond du lac à mesure que les réserves alimentaires, de par l'abondance des convives, diminuent sans pouvoir se renouveler suffisamment. Il y a là, si nous pouvons nous exprimer ainsi, une sorte « d'assolement » naturel des faunes.

L'absence, dans notre lac, de districts géographiquement délimités comme dans le Ceresio et le lac des Quatre-Cantons, l'exploration détaillée entreprise seulement dans les environs de Neuchâtel ne permettent pas de comparaison entre des districts différents. Ceux que nous avons marqués sur la carte sont purement arbitraires, se touchent et se pénètrent mu-

tuellement. Toutefois deux districts ont tranché nettement sur le fond faunistique uniforme du lac ; ce sont ceux, maintes fois désignés déjà, de l'Areuse et de la Motte.

La Motte, cette île submergée arrivant à 8 m. du niveau de l'eau, ne peut être comptée dans la zone littorale dont elle est complètement séparée. Dénuée de végétation phanérogamique, recouverte d'un sable molassique grossier, soumise aux courants superficiels, aux agitations des vagues par les fortes tempêtes, aux variations saisonnières et même journalières de température, elle présente des conditions mixtes de littoral et de profondeur. Sa population a pu lui arriver de deux manières. Le *premier courant*, venu du littoral, a dû traverser les 3 km. qui séparent la colline de la côte ; ses espèces ont nagé de leur propre chef à travers la fosse en suivant la surface de l'eau ; elles ont pu y arriver encore, portées par les débris chassés par les courants ou les tempêtes. Souvenons-nous toutefois que les animaux littoraux s'écartent peu du bord, qu'on ne les trouve pas dans le plankton et que la plupart vivent sur le fond. En outre, les nombreux Mollusques de la Motte n'ont pu utiliser la voie active de migration par la surface à cause de leur mode de locomotion. Le *second courant*, plus lent, mais plus régulier et continu, est celui des bêtes du fond qui, dans leur tendance à élargir sans cesse le cercle de leur dissémination, ont remonté l'Ambière, envahi le sommet et y ont prospéré ainsi que le prouve la présence de *Cytheridea lacustris* trouvée à chaque dragage. *Otomesostoma*, *Plagiostomum*, *Tubifex velutinus*, les Rhizopodes, Nématodes, Mollusques profonds sont ainsi venus de la profondeur. Mais un autre cas a pu se produire : des espèces franchement littorales, entraînées dans les abîmes par les alluvions de l'Areuse, un glissement des sédiments, la submersion de débris auxquels elles étaient attachées, se sentant mal à l'aise dans la fosse de 137 m. qui sépare la Motte de la côte, ont cherché à regagner des zones moins défavorables ; les unes ont ainsi retrouvé le chemin du littoral, les autres, entraînées trop loin dans le lac, ont remonté les flancs de la Motte et gagné son sommet. Des espèces franchement limicoles comme *Monospilus dispar*, *Iliocryptus sordidus*, *Soldanellonyx monardi*, ont pu prendre ce chemin. La faune de la Motte projetterait donc dans le temps actuel des espèces qui autrefois ont pu se trouver accidentellement dans la profondeur.

A ces points de vue, la faune de la Motte est intéressante ; elle nous montre dans des profondeurs correspondant à celle de la zone sublittorale, un mélange très remarquable de formes strictement profondes et de formes littorales, en même temps qu'un mélange semblable dans les conditions chimiques de nourriture.

118 espèces ont été trouvées à la Motte ; bien peu n'ont pas été trouvées ailleurs ; ce sont celles qui sont marquées d'une astérisque dans le tableau suivant :

Rhizopodes. — *Diffugia pyriformis*, *D. pyriformis atricolor*, *D. globulosa*, *D. lebes*, *D. elegans teres*, *D. lemani*, *D. manicata*, *D. elegans* *, *D. constricta*, *D. curvicaulis*, *D. scalpellum* *, *D. acuminata*, *D. urceolata*, *D. fallax*, *Centropyxis aculeata*, *Pontigulasia bigibbosa*, *Heleopera cyclostoma*, *Campascus triqueter*, *Cyphoderia ampulla*, v. *major* et *typica*.

Ciliés et Flagellés. — *Cephalothamnion cyclopum*, *Euplotes patella*, *Epistylis anastatica*, *E. branchiophila*, *Vorticella sphaerica*, *Rhabdostyla ovum*, *R. inclinans* *, *Lagenophrys ampulla*, *Cothurniopsis canthocampti*, *Tokophrya cyclopum*.

Turbellaires. — *Plagiostomum lemani*, *Otomesostoma auditivum*, *Mesostoma lingua*, *Dendrocœlum lacteum*, *Castrada*. sp.

Nématodes. — *Monohystera dubia*, *M. filiformis*, *M. paludicola*, *Trilobus gracilis*, *Ironus ignavus*, *Mononchus macrostoma*, *Dorylaimus fecundus*, *Paramermis conura* *, *P. limnetica* *, *Mermis aorista* *.

Oligochètes. — *Stylaria lacustris*, *Tubifex barbatus*, *T. tubifex*, *T. velutinus*, *T. ferox*, *T. hammoniensis*, *Stylodrilus heringianus*, *Limnodrilus udekemianus*, *Enchytréidée*.

Cladocères. — *Latona setifera* *, *Iliocryptus sordidus*, *Eurycercus lamellatus* *, *Camptocercus rectirostris*, *Alona quadrangularis*, *A. affinis*, *Monospilus dispar*, *Pleuroxus uncinatus*, *Chydorus piger*, *Anchistropus emarginatus* *.

Ostracodes. — *Cyclocypris laevis*, *C. pygmaea*, *C. serena*, *Cypria ophtalmica*, *Candona neglecta*, *C. candida*, *C. studeri*, *Cytheridea lacustris*, *Limnocythere sancti-patricii*.

Copépodes. — *Cyclops fimbriatus*, *C. albidus*, *C. viridis*, *C. strenuus*, *Canthocamptus staphylinus*, *C. st. v. neocomensis*, *C. crassus*, *C. minutus*, *C. echinatus*, *C. schmeili breviseta*.

* Espèces trouvées seulement à la Motte.

Acariens. — *Hygrobatès nigromaculatus*, *Midea orbiculata*, *Pionacercus vatrax*, *Brachypoda versicolor*, *Limnesia undulata*, *Forelia parmata*, *Unionicola crassipes*, *Soldanellonyx monardi*.

Diptères. — *Tanypus*, *Tanytarsus*, *Orthocladius*, *Chironomus*.

Mollusques. — *Anodonta mutabilis* *, *Pisidium Foreli*, *P. urinator* *, *P. henslowianum* *, *Limnaea Foreli*, *L. abyssicola*, *L. profunda*, *Valvata lacustris*, *V. antiqua*, *V. cristata*, *Bythinia tentaculata* *, *Planorbis contortus* *, *P. carinatus* *, *P. marginatus* *.

Divers. — *Hydra vulgaris*, *Rotifer vulgaris*, *Helobdella stagnalis*, *Glossosiphonia complanata*, *Macrobiotus macronyx*, *M. lacustris* *, *Fredericella sultana*, *Molanna angustata* *.

Le cône de l'Areuse, au contraire de la Motte, nous montre des conditions littorales réalisées jusqu'aux profondeurs de 50 et 80 m. : abondance de débris, limon grossier, substances organiques dans l'eau. La richesse de la faune de ce district confirme la constatation de ZSCHOKKE à propos du delta de la Reuss : « Der Befund widerspricht der allgemeinen Annahme, dass die Tiefenfauna vor der Flussmündungen verarme » ; il est regrettable que cet auteur n'ait pas présenté une étude particulière de ce district. FEHLMANN, au contraire, constate que le cône du Cassarate est très pauvre.

La température, mesurée à l'embouchure de l'Areuse, a donné des chiffres peu différents de ceux d'autres régions ; la transparence de l'eau y est très faible, et l'obscurité complète doit se produire à une moindre profondeur ; la pression est indépendante de la présence d'un affluent ; le repos y est troublé par les courants des eaux de l'Areuse. Les conditions physiques sont donc, à très peu de choses près, celles de la profondeur. Tout autres sont les conditions d'alimentation ; les détritiques, les substances organiques y sont si abondants que la vase rappelle celle qu'on trouve dans les étangs et se corrompt rapidement dans les cristallisoirs. Une faune très abondante, de faciès littoral ou rhéophile, y prospère en nombre considérable d'individus. Mais en même temps, et détail caractéristique, *les formes qui passent pour franchement profondes et sténothermes d'eau froide évitent à peu près complètement ce district*. C'est ce que montre la liste ci-dessous :

Diffugia pristis, *D. constricta*, *D. fallax*, *D. limnetica*, *D.*

pyriformis, *D. pyriformis lacustris*, *Heleopera cyclostoma*, *H. petricola*.

Prorodon teres *, *Dileptus anser*, *Ophryoglena atra*, *Paramecium caudatum*, *Metopus sigmoides*, *Lembadion bullinum* *, *Spirostomum ambiguum*, *S. teres* *, *Chilodon cucullulus* *, *Stentor coeruleus*, *S. polymorphus*, *Anhymenia steini*, *Vorticella*, *Opercularia articulata*, *Epistylis plicatilis*, *Rhabdostyla ovum*, *Pyxidium cothurnioides*, *Cothurniopsis canthocampti*, *Lagenophrys ampulla*, *L. vaginicola*, *Tokophrya cyclopum*.

Dendrocoelum lacteum, *Olisthanella truncula*, *Gyratrix hermaphroditus*, *Plagiostomum lemani*.

Monohystera vulgaris, *M. filiformis*, *M. paludicola*, *Plectus palustris* *, *Trilobus gracilis*, *Ironus ignavus*, *Dorylaimus fecundus*, *D. carteri* *, *Diplogaster rivalis* *, *Tylenchus* *.

Chaetogaster diaphanus *, *Tubifex tubifex*, *T. hammoniensis*, *Stylodrilus heringianus*, *Chaetogaster langi* *.

Sida crystallina, *Iliocryptus sordidus*, *Acroperus angustatus* *, *Leydigia quadrangularis*, *Alona affinis*, *A. rectangula* *, *Peracantha fuhrmanni*, *Pleuroxus trigonellus*, *P. uncinatus*, *Monospilus dispar*, *Chydorus globosus* *, *C. sphaericus*, *C. piger*.

Cyclocypris laevis, *C. pygmaea*, *C. serena*, *Cypridopsis vidua*, *Cypria ophtalmica*, *Candona candida*, *C. neglecta*, *C. studeri*.

Cyclops serrulatus, *C. fimbriatus*, *C. viridis*, *C. strenuus*, *Canthocamptus staphylinus*, *C. st. neocomensis*, *C. crassus*, *C. echinatus*, *C. minutus*.

Midea orbiculata, *Lebertia extrema*, *Limnesia undulata*, *Hygrobatas trigonicus*, *Unionicola crassipes*, *Piona brehmi*.

Chironomus, *Orthocladus*, *Tanypus*, *Tanytarsus*, *Nemoura variegata* *, *Oxyethira* *, *Sialis flaviterata*.

Limnaea truncatula *, *L. limosa*, *L. profunda*, *Valvata cristata*, *Pisidium foreli*, *P. amnicum* *, *P. candidum*.

Helobdella stagnalis, *Herpobdella atomaria* *, *Glossosiphonia complanata*, *Herpobdella octoculata* *, *Chaetonotus maximus*, *Rotifer vulgaris*, *Diglena forcipata*, *Gordius aquaticus* *, *Prostoma lacustris*, *Macrobiotus macronyx*, *Hydra vulgaris*, *Gammarus pulex*.

Ainsi n'ont pas été trouvés dans le cône de l'Areuse : *Tubifex velutinus*, *T. ferox*, *Otomesostoma auditivum*, *Trigonostomum neocomense*, les *Cytheridae*, *Iliocypris lacustris*,

* Espèces trouvées seulement dans le cône de l'Areuse.

Canthocamptus schmeili. Par contre les *Sangsues*, *Dendrocœlum lacteum*, *Tubifex tubifex*, *Canthocamptus crassus* et *staphylinus*, les larves et surtout les *Infusoires*, les *Cladocères*, les *Copépodes* et les *Ostracodes* se sont montrés extraordinairement abondants.

D'une part donc, quoique les conditions physiques (température surtout) soient celles de la profondeur, les formes les plus caractéristiques des grands fonds évitent le cône de l'Areuse, et d'autre part les espèces à l'ordinaire littorales ou rhéophiles y descendent à 84 m. malgré les conditions physiques. Qu'est-ce à dire sinon que ces dernières ne règlent pas la répartition bathymétrique des espèces.

Les autres cônes étudiés, ceux de la Serrières et du Seyon, sont loin de présenter les mêmes conditions ; des rivières qui les alimentent, l'une, la Serrières, venue d'une source vauclusienne, court d'usine en usine sur tout son parcours ; l'autre, le Seyon, détourné de son cours il y a une cinquantaine d'années, étale maintenant ses alluvions sur la large beine de la baie de l'Evole. Malgré cela, la faune présente les mêmes caractères qu'à l'Areuse, à un degré beaucoup moins marqué. C'est ainsi que les espèces descendent beaucoup plus bas devant l'Areuse que devant le Seyon ou la Serrières, ainsi que le montre le tableau suivant :

	Neuchâtel	Seyon	Serrières	Areuse	Motte
<i>Spirostomun ambiguum</i>	—	30 m.	—	73 m.	—
<i>Stentor coeruleus</i>	—	23	—	73	—
<i>Rotifer vulgaris</i>	—	30	—	73	—
<i>Helobdella stagnalis</i>	—	23	—	52	9 m.
<i>Iliocryptus sordidus</i>	40 m.	59	30 m.	84	12
<i>Leydigia quadrangularis</i>	40	30	—	84	—
<i>Pleuroxus uncinatus</i>	40	59	41	65	16
<i>Monospilus dispar.</i>	54	45	35	84	16
<i>Cyclocypris pygmaea</i>		30	30	73	26
» <i>serena</i>	—	44	—	84	22
<i>Cypridopsis vidua</i>	72	72*	45	65*	—
<i>Canth. staph. neoc.</i>	—	67	42	84	16
<i>Canthocamptus minutus</i>	40	59	45	84	12
<i>Midea orbiculata</i>	35	33	—	65	22
<i>Lebertia extrema</i>	60	44	30	65	—
<i>Limnesia undulata</i>	34	35	—	41	9
<i>Hygrobates trigonicus</i>	—	—	30	73	—
<i>Unionicola crassipes</i>	60	70	—	84	8

Une seule exception (*) a été constatée.

A ce tableau pourrait encore s'ajouter toutes les espèces trouvées seulement dans le cône de l'Areuse à des profondeurs atteignant 84 m. et présentes au littoral.

b) Distribution verticale.

Dans le très grand nombre d'espèces et de variétés qui fréquentent le fond de notre lac, beaucoup ne descendent pas jusqu'au plat-fond ou n'y descendent qu'exceptionnellement. D'autres au contraire y habitent normalement, s'y reproduisent, y prospèrent : ainsi 110 espèces environ ont été trouvées au-dessous de 100 m. Les principales sont :

D. pyriformis, *D. elegans teres*, *D. curvicaulis*, *D. lebes*, *Pontigulasia bigibbosa*, *Cyphoderia ampulla major*. — *Plagiostomum lemani*, *Otomesostoma auditivum*, *Acrorhynchus neocomensis*. — *Callidina progonidia*. — *Alaimus primitivus*, *Aphanolaimus aquaticus*, *Monohystera*, 3 esp., *Ironus ignavus*, *Trilobus gracilis*, *Dorylaimus fecundus helveticus*. — *Tubifex velutinus*, *T. hammoniensis*. — *Alona affinis*. — *Cypria ophtalmica*, *Candona*, 3 esp., *Iliocypris lacustris*, *Cytheridées*. — *Cyclops*, 6 esp., *Canthocamptus*, 4 esp. — *Niphargus foreli*. — *Larves d'insectes*, 4 groupes. — *Pisidium*, 3 esp.¹

Ainsi qu'on le constate, la majeure partie de ces espèces sont aussi présentes dans le littoral où même elles semblent avoir leur habitat préféré. La profondeur des lacs n'est donc pas un milieu si fermé qu'on a bien voulu le dire ; il est au contraire largement ouvert à toutes les pénétrations et toutes les espèces, qui parviennent à y trouver leur subsistance, ne se font pas faute d'y habiter.

Si l'on dresse un tableau du nombre d'espèces trouvées à chaque profondeur, on constate une remarquable régularité dans leur diminution. Seule, la zone 30-40 m. montre une chute brusque due à la disparition des espèces herbivores ou commensales des plantes : c'est du reste à cette profondeur qu'on a coutume, depuis FOREL, de placer la limite supérieure de la faune profonde. La courbe (p. 198) construite avec les données du tableau ci-dessous est d'allure asymptotique.

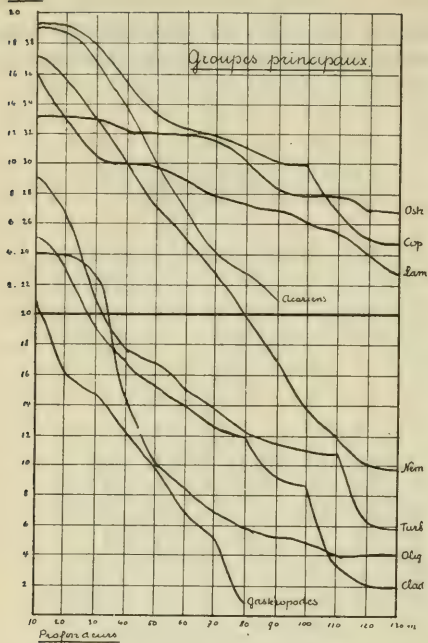
¹ Pour connaître les autres espèces, consulter les tableaux particuliers de chaque groupe.

Espèces trouvées au-dessous de	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130 m.
<i>Flagellés</i> . . .	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rhizopodes</i> . . .	55	55	52	36	33	33	33	33	27	27	25	24	24
<i>Infusoires</i> . . .	51	50	48	40	40	35	34	24	16	16	12	10	6
<i>Hydrozoaires</i> . . .	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Turbellaires</i> . . .	29	27	21	17	17	15	14	12	12	12	11	6	6
<i>Cestodes</i> . . .	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rotateurs</i> . . .	11	10	10	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
<i>Gastotriches</i> . . .	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Nématodes</i> . . .	37	36	33	30	27	25	23	20	17	12	12	10	10
<i>Nematomorphes</i> . . .	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Nemertiens</i> . . .	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Oligochètes</i> . . .	24	24	23	14	10	9	7	7	5	5	4	4	4
<i>Hirudinées</i> . . .	5	5	4	4	4	3	3	1	1	1	1	—	—
<i>Cladocères</i> . . .	25	23	19	17	15	14	12	12	7	7	3	2	2
<i>Ostracodes</i> . . .	13	13	13	12	12	12	12	10	8	8	8	7	7
<i>Copépodes</i> . . .	19	19	18	15	13	12	12	11	10	10	7	5	5
<i>Amphipodes</i> . . .	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Acariens</i> . . .	19	19	17	14	10	7	4	3	1	—	—	—	—
<i>Tardigrades</i> . . .	2	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Larves</i> . . .	10	9	8	7	7	6	6	5	4	4	4	4	3
<i>Gastéropodes</i> . . .	21	16	15	12	10	7	5	1	—	—	—	—	—
<i>Lamellibranches</i> . . .	16	13	10	10	10	9	8	8	7	6	6	4	3
<i>Bryozoaires</i> . . .	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Totaux	349	329	301	241	220	196	181	154	122	115	100	83	77
Différences		20	28	60	21	24	15	27	32	7	15	17	6

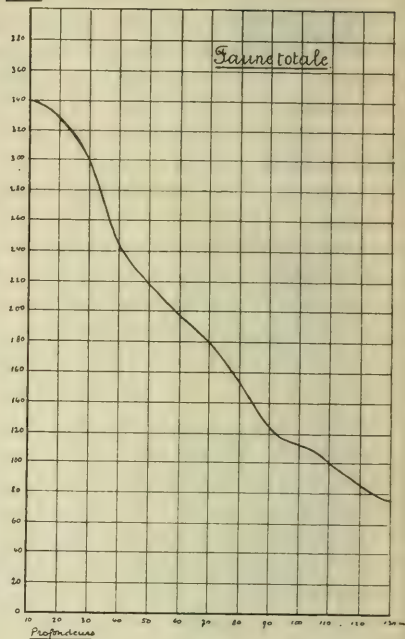
c) Groupement des espèces.

Depuis que DAHL a découvert dans les faunes marines des espèces eurybathes et sténobathes, certains auteurs ont cru reconnaître dans les eaux douces des formes de ces deux catégories. Ainsi dans le Baïkal, lac atteignant 1700 m. de profondeur, une faune très caractéristique de Crustacés profonds, à longues antennes et longues pattes, à yeux réduits ou absents, a été découverte et forme vraiment une population abyssale caractéristique. Mais dans les lacs européens, dont la profondeur ne dépasse pas 300 ou 400 m., dont la formation date de l'époque glaciaire, il n'existe aucune différence fondamentale entre les faunes profonde et littorale.

Espèces



Espèces



Aussi EKMAN (1917) propose-t-il de réserver le mot abyssal aux faunes semblables à celle du Baïkal, notre faune profonde n'étant qu'un cas particulier de la faune littorale. « Er (le terme de faune profonde lacustre) fasst die profunde und die abyssale Fauna zusammen, die einander doch in manchen Hinsichten als Gegensätze gegenüberstehen, und er scheidet die profunde und die litorale Fauna die einander sehr nahe stehen. » PENARD aussi, ayant cru reconnaître certaines espèces de Rhizopodes spéciaux à la profondeur, les ayant retrouvés plus tard dans le littoral, conclut qu'il n'y a pas lieu d'établir une distinction entre faune littorale et profonde. Les Allœocœles et les Cythéridées ont passé longtemps pour sténobathes profonds, mais en réalité fréquentent aussi bien le littoral que la profondeur.

Il n'en subsiste pas moins que certaines formes sont beaucoup plus que d'autres capables de s'acclimater dans les grands fonds de nos lacs ; mais ce ne sont pas toujours des espèces caractéristiques. *Diffugia pyriformis*, *Cyclops fimbriatus*, *Cypria ophthalmica*, *Tubifex tubifex*, etc., très fré-

quents dans nos pêches, sont des cosmopolites répandus partout. Il n'y a pas lieu, à cause de leur fréquence, de les séparer dans une classification naturelle, des *Cytheridées* ou *Allæocœles* qui sont parfois moins abondants.

Le critère profondeur se montre donc insuffisant à la classification des faunes ; le critère sténothermie d'eau froide, intimement lié au premier, souffre les mêmes critiques. Il faut donc chercher une autre base à la classification et nous pourrions la trouver dans les conditions de la reproduction. Quelques espèces, en effet, descendues accidentellement au-dessous de leur zone habituelle, ne peuvent s'y reproduire à cause des conditions défavorables et du peu de chances de trouver un compagnon ; ou bien leur reproduction est si précaire qu'au bout de quelques générations l'espèce affaiblie n'est plus capable de procréer. Ce sont les véritables espèces erratiques. FOREL envisagea d'abord que toute la faune profonde était dans ce cas. ROSZKOWSKI admet la chose pour les Limnées. — D'autres espèces au contraire, trouvées fréquemment à l'état de maturité sexuelle dans la profondeur, s'y reproduisent constamment, s'y multiplient et forment de beaucoup la plus importante partie de la faune. Dans le premier cas, si un apport nouveau ne se produit pas du littoral, l'espèce est destinée à s'éteindre en un bref délai — dans l'autre, même si les formes littorales disparaissent par un subit abaissement de niveau¹ ou par l'envahissement de végétaux, l'espèce persistera dans le lac. Ce critère une fois établi — et il peut l'être soit par l'observation attentive, soit par l'expérience — a l'avantage d'être univoque et de ne laisser prise à aucune ambiguïté.

Il y a donc à distinguer :

1. Les espèces égarées dans la profondeur et qui y sont parvenues soit activement, soit passivement.

2. Les espèces adaptées à la profondeur, qui y vivent régulièrement et qui s'y reproduisent. Dans cette catégorie peuvent se distinguer encore deux groupes. Le premier comprend des espèces plus ou moins cosmopolites, fréquentes particulièrement dans le littoral des lacs ; *Dendrocœlum lacteum*, les *Candona*, les *Cyclops*, *Canthocamptus*, etc., font partie de ce premier groupe. Le deuxième, plus spécialisé, contient les espèces caractéristiques de la faune profonde, telles que les

¹ Le fait s'est peut-être produit dans notre lac pour *Pisidium henslowianum* (PIAGET).

Allœocœles, les *Cytheridae*, *Niphargus*, *Pisidium*, *Limnaea profunda* et *abyssicola*, *Diffugia lebes* et *elegans* var. *teres*, etc.

Cette classification a l'avantage de faire abstraction de la profondeur : toutes les espèces en effet coexistent ou peuvent coexister dans le littoral et les régions profondes, à l'exception d'un petit nombre d'espèces purement littorales. Elle ne s'appuie pas non plus sur des considérations historiques qui sont toujours sujettes à discussion.

D'autres auteurs ont aussi cherché à établir une classification des espèces. ZSCHOKKE les divise en « Ufertiere » et « Tiefentiere », mais il a été constaté déjà que ces deux faunes se pénètrent mutuellement si bien que cet auteur cite à 200 m. 11 « Ufertiere » contre 13 « Tiefentiere » (p. 190). VON HOFSTEN établit 2 grands groupes subdivisés chacun en sections et dont voici le détail :

A. Espèces littorales eurythermes et cosmopolites :

1° Ressemblant parfaitement à leurs ancêtres littoraux (accidentels, fréquents ou caractéristiques) ;

2° espèces profondes dérivées d'espèces littorales actuelles.

B. Espèces manquant au littoral :

1° Sténothermes d'eau froide ;

2° espèces reléguées, préglaciaires ;

3° anciennes espèces d'eau douce, d'origine non glaciaire.

Cette classification, on le voit, fait appel à la fois à des considérations de profondeur, de sténothermie ou eurythermie et d'histoire. Or toutes ces données sont sujettes à caution, si bien que cette classification ne peut être appliquée dans la pratique qu'avec la plus grande difficulté et une incertitude réelle. Enfin, ainsi que le remarque VON HOFSTEN lui-même, certaines espèces peuvent trouver place à la fois dans deux catégories, ce qui prouve bien l'insuffisance de cette classification. Enfin EKMAN propose les 3 tribus suivantes : 1° faune littorale et sublittorale ; 2° faune sublittorale profonde ; 3° faune eurybathe. — C'est la même classification que celle de ZSCHOKKE où l'auteur apporte encore la faune littorale laissée de côté par cet auteur, avec une légère modification de termes.

Notre essai de classification nous semble donc apporter

un réel progrès à la question ; souvenons-nous cependant que pour une décision certaine de la faune, les conditions suivantes doivent être remplies :

1. Histoire géologique et paléontologique de chaque espèce parfaitement connue.

2. Sa répartition géographique actuelle exactement et complètement mise à jour.

3. Ses mœurs, ses moyens d'existence, sa multiplication, sa biologie en un mot parfaitement connue.

Or nous sommes bien loin encore d'un tel idéal ; la première condition ne peut pas être remplie pour tous les animaux non fossilisables, et la toute grande partie de notre faune est composée d'espèces cryptogènes.

d) Variations dans le temps.

Les variations saisonnières sont de très peu d'importance dans la faune profonde où elles ne semblent affecter que les espèces égarées. Nous avons étudié déjà celles des Cladocères, de *Cyclops vernalis*, *C. viridis* et *Niphargus Foreli*, trouvés seulement au printemps, celles des larves de Diptères. ZSCHOKKE mentionne celles de *C. viridis* ; PENARD remarque un maximum de fréquence des Rhizopodes en septembre et octobre ; c'est à ces courtes données que se réduisent nos connaissances sur les variations saisonnières des faunes profondes.

Quant aux transformations lentes des faunes, elles sont encore plus difficiles à aborder. ASPER et HEUSCHER ont remarqué que les *Pisidies* profondes semblent devenir de moins en moins nombreuses dans le lac d'Aegeri et dans celui de Zurich. *Limnaea abyssicola*, très fréquente dans le Léman en 1867-75, y est devenue plus rare ; ce fait est peut-être à rapprocher de la pauvreté de notre lac en Gastéropodes profonds. Pour ce qui concerne notre lac, les dragages de M. le prof. FUHRMANN, commencés en 1901 et poursuivis jusqu'en 1911, permettent l'observation suivante : *Gyratrix hermaphroditus* trouvé souvent dans la profondeur par cet auteur et jusqu'à 120 m., ne s'est trouvé qu'une fois à 34 m. dans nos pêches. Il semble donc avoir disparu de la faune profonde, quoiqu'il soit toujours imprudent de tirer des conclusions de données négatives.

Afin de rendre l'étude de ces variations accessibles à nos successeurs, nous avons multiplié autant que possible les statistiques, les données numériques et cherché à rendre nos tableaux aussi précis que possible. Peut-être y aura-t-il plus tard matière à comparaison dans cette « arithmétique zoologique ».

3. Comparaison des faunes littorale et profonde du lac.

Des trois sociétés animales peuplant le même lac, deux — les sociétés littorale et profonde — se pénètrent si intimement qu'elles ne peuvent se différencier par aucun critère constant; seule la faune du plankton, par sa biologie et son aspect, diffère nettement des deux précédentes; aussi devons-nous l'exclure de ce chapitre.

Résumons, dans le tableau suivant, nos connaissances sur la faune du lac, pour les groupes principaux.

	Faune lit. et prof.		Faune profonde		Faune littorale	
	genres	espèces	genres	espèces	genres	espèces
<i>Rhizopodes</i>	21	56	18	47	3	9
<i>Infusoires</i>	44	83	30	51	14	32
<i>Turbellaires</i>	19	36	17	28	2	8
<i>Rotateurs</i>	24	33	9	11	15	22
<i>Nématodes</i>	15	33	13	23	2	10
<i>Oligochètes</i>	16	35	14	24	2	11
<i>Cladocères</i>	20	35	16	25	4	10
<i>Ostracodes</i>	13	18	9	13	4	5
<i>Copépodes</i>	2	17	2	17	—	—
<i>Hydracarines</i>	12	20	11	16	1	4
<i>Gastéropodes</i>	8	29	5	15	3	14
<i>Lamellibranches</i>	4	14	2	9	2	5
Totaux	198	409	146	279	52	130

Ainsi qu'on le remarque, ce sont surtout les Infusoires, les Rotateurs et les Gastéropodes qui se cantonnent au rivage. Les Rhizopodes littoraux se retrouveront sans doute dans la profondeur avec les Nématodes et peut-être quelques Oligochètes et Cladocères; les Infusoires libres ont été peu étudiés; mais les Rotateurs et les Gastéropodes sont trop liés à la présence de la lumière par leurs instincts et leur régime végétal pour être des animaux profonds.

En faisant abstraction de ces groupes (Infusoires, Rotateurs et Gastéropodes), il ne reste donc qu'une soixantaine d'espèces, capables peut-être de descendre dans la profondeur mais qui n'y ont pas encore été atteintes. Cette très faible proportion montre bien l'étroite dépendance des faunes littorale et abyssale, les rapports qui existent entre elles ; l'on comprend mieux les idées de FOREL et de DUPLESSIS pour qui la plupart des espèces provenaient du littoral. La faune profonde apparaît comme un prolongement à peine appauvri de la société littorale, où ne manquent que le petit nombre d'espèces liées à la présence de végétaux, où abondent les formes auxquelles une eau pure, exempte de composés organiques, très chargée en oxygène, est la condition d'existence préférée entre toutes. Le milieu profond, relié au milieu littoral par des conditions physiques et chimiques très ménagées, est pénétré par sa faune ; là où n'existe aucune barrière biologique ne saurait exister aucune barrière faunistique : c'est ce que l'étude de notre lac démontre nettement.

4. Comparaison de la faune profonde du lac de Neuchâtel avec celle des autres lacs étudiés.

Maintes fois déjà, nous avons cité les noms de FOREL, DUPLESSIS, ZSCHOKKE, VON HOFSTEN, EKMAN, ces patients observateurs de la faune profonde ; nous avons aussi établi quelques comparaisons dans les groupes principaux. Le temps est venu maintenant de comparer ces faunes dans leur ensemble, et d'en tirer les enseignements que cette opération peut comporter.

	Léman	Quatre-Cantons	Br., Th.	Lugano	Vetter	Neuch.
<i>Flagellés</i>	1	—	—	4	—	3
<i>Rhizopodes</i>	105	54	1	22	—	47
<i>Infusoires</i>	39	8	—	29	—	51
<i>Hydrozoaires</i>	1	1	1	—	1	1
<i>Rhabdocèles</i>	13 ¹	3	14	2	3	28
<i>Triclades</i>	2	1	1	4	3	1
<i>Cestodes</i>	1	1	—	1	—	1
<i>Rotateurs</i>	2	—	—	2	—	11
<i>Gastrotriches</i>	0	—	—	1	—	1

¹ D'après VON HOFSTEN. ZSCHOKKE en cite 22.

	Léman	Quatre-Cantons	Br., Th.	Lugano	Vetter	Neuch.
<i>Nematodes</i>	31 ¹	21 ¹	2	6	6	23
<i>Mermithides</i>	?	14 ²	1	—	7	11
<i>Nematomorphes</i>	1	—	—	—	1	1
<i>Nemertiens</i>	—	—	—	—	—	1
<i>Oligochètes</i>	17	14	6	13	13	24
<i>Hirudinées</i>	1	1	2	1	1	5
<i>Cladocères</i>	6	2	5	1	10	25
<i>Cypridés</i>	3	4	8	3	6	10
<i>Cytheridés</i>	3	2	3	—	4	3
<i>Cyclopidés</i>	2	3	8	2	5	10
<i>Harpacticides</i>	2	—	1	—	2	8
<i>Schizopodes</i>	—	—	—	—	2	—
<i>Amphipodes</i>	2	2	—	2	5	2
<i>Isopodes</i>	1	1	1	2	2	—
<i>Hydracarinaes</i>	8	16	4	11	10	16
<i>Halacarides</i>	1	—	—	—	—	3
<i>Tardigrades</i>	2	—	—	—	—	2
<i>Insectes divers</i>	—	8	—	1	—	5
<i>Diptères</i>	?	9	4	9	10	5
<i>Gastéropodes</i>	4	1	3	3	10	15
<i>Lamellibranches</i>	2	1	7	3	7	9
<i>Bryozoaires</i>	1	1	1	1	2	1
Totaux	251	168	73	123	110	323
<i>Protozo. et Dipt.</i>	145	71	5	64	10	106
Reste	106	97	68	59	100	217

Ces derniers chiffres, qui excluent les Protozoaires et les Diptères, laissés de côté par quelques auteurs ou dont la détermination est sujette à caution, sont en tous points comparables. Ils permettent de constater la très grande richesse de notre faune profonde qui dépasse, pour les espèces de Métazoaires, plus de deux fois le lac le plus riche étudié, le Léman. Les chiffres globaux dépassent aussi ceux de tous les auteurs, quoique dans le Léman la très belle série de Rhizopodes et de Nématodes contribue à en élever la valeur. Dans beaucoup de groupes, nous avons recueilli le maximum d'espèces trouvées jusqu'ici dans la faune profonde. Toutefois, il y a plus de Rhizopodes dans le Léman et le lac des Quatre-Cantons, plus de Tricladés dans le Ceresio, plus

¹ D'après HOFMÄNNER et MENZEL.

² D'après DADAY.

de Nématodes dans le Léman, plus de Mermithides dans le lac des Quatre-Cantons, plus de Cytheridées, Schizopodes, Amphipodes dans le Vetter. — Quant aux Diptères, l'incertitude des déterminations ne permet aucune comparaison. — Où la richesse de notre faune éclate en toute évidence, c'est dans le groupe des Rotateurs, à peine représenté ailleurs, dans celui des Oligochètes, mais surtout chez les Rhabdocèles, les Cladocères et les Harpacticides qui dépassent de beaucoup ceux observés ailleurs. Enfin, nos Mollusques sont aussi très bien représentés.

Nous pouvons envisager ici, pour expliquer cette très grande richesse de faune, plusieurs facteurs tenant soit de nos méthodes de recherches, soit de la nature du lac. Ces facteurs sont :

1° L'étude immédiate du matériel et la recherche des animaux vivants ; la vase a toujours été examinée sitôt après sa récolte ;

2° L'emploi du microscope binoculaire et des procédés spéciaux de recherches qui ont été développés dans la deuxième partie de ce travail ;

3° Le fait que le lac possède presque partout et notamment dans les environs de Saint-Blaise, dans la rive orientale et dans la région d'Yverdon, des berges en pente douce, des « beines » souvent très larges, très favorables au développement des espèces littorales et partant aux profondes ;

4° L'étude attentive du delta de l'Areuse où une faune extrêmement riche et variée a beaucoup enrichi nos listes ;

5° L'étude de la faune de la Motte qui, en raison de sa conformation spéciale, montre un mélange caractéristique d'éléments littoraux et profonds ;

6° Le fait que le glacier du Würm, générateur du lac, s'est retiré de celui-ci bien avant que du Léman et des lacs sub-alpins. Notre lac est donc plus ancien que les autres lacs suisses et que le Vetter ; par conséquent ses chances de peuplement ont été plus considérables, sa faune littorale est plus riche et les migrations du rivage dans la profondeur ont eu plus de temps pour s'effectuer. Il nous montre donc, à un degré beaucoup moindre sans doute, les mêmes conditions qui ont permis au Baïkal sa très riche faune profonde et abyssale.

Outre cette richesse très grande de notre lac, nous avons une deuxième observation à relever ; malgré nos beaux résul-

tats, il n'en demeure pas moins, comme fond de faune, un certain nombre d'espèces les plus communes qui fréquentent à la fois plusieurs lacs. Ce sont les formes suivantes :

Hydra vulgaris, *Dendrocoelum lacteum*, *Plagiostomum lemani*, *Otomesostoma auditivum*, *Ironus ignavus*, *Trilobus gracilis*, les *Monohystera*, *Tubifex ferox*, *T. velutinus*, *T. hammoniensis*, *T. tubifex*, *Stylodrilus heringianus*, *Cypria ophtalmica*, *Candona neglecta*, *C. candida*, les *Cytheridées*, *Cyclops strenuus*, *C. viridis*, *C. fimbriatus*, *Niphargus foreli*, *Limnesia undulata*, *Hygrobates nigromaculatus*, *Unionicola crassipes*, les *Chironomides*, *Limnaea foreli*, *Pisidium foreli*.

Ces espèces sont, on le voit, relativement peu nombreuses, et comprennent, à côté d'un petit nombre de formes spéciales, surtout des cosmopolites. — En dehors de ce fond commun, chaque lac possède des espèces particulières ; les unes sont très adaptées à la profondeur et caractérisent chacune un lac (*Dorylaimus zschokkei*, *D. bathybius*, *D. fecundus helveticus*, *Pisidium occupatum*, *charpentieri*, *studerii*, *clessinii*, *italicum*) ; les autres — et ici la liste est trop longue pour être donnée, — qui comprennent surtout des Cladocères, Hydracarines et Hirudinées, sont erratiques et ne font dans la biologie de la faune profonde que de fugitives apparitions.

Une troisième remarque à faire est le caractère cosmopolite de notre faune profonde, qui résulte de ce que nous avons dit plus haut. Le fond d'espèces adaptées variant peu d'un lac à un autre, l'augmentation et la variation des nombres résideront surtout dans les espèces erratiques ; celles-ci différeront beaucoup d'un lac à un autre, mais peut-être plus en apparence qu'en réalité, car leur capture est toujours le fait du hasard. Mais grâce à nos riches résultats, peu d'espèces trouvées ailleurs ne l'ont pas été dans notre lac. Le tableau suivant donne à ce sujet des renseignements utiles.

	Léman	Quatre-Cant.	Lugano	Br., Th.	Vetter
<i>Rhizopodes</i>	64	22	8	—	—
<i>Infusoires</i>	24	2	14	—	—
<i>Turbellaires</i>	2*	—	2	6	4
<i>Nématodes</i>	13	21	1	2	9
<i>Oligochètes</i>	5	4	4	—	3
<i>Crustacés</i>	4	1	2	7	15
<i>Hydracarines</i>	10	13	7	4	13
<i>Mollusques</i>	1	2	2	5	11
Totaux	123	65	40	24	56

* D'après VON HOFSTEN.

Les plus hauts chiffres de ce tableau sont ceux des groupes étudiés spécialement par des spécialistes ; les Rhizopodes du Léman et du lac des Quatre-Cantons par PENARD ; les Infusoires du Léman par ROUX ; les Nématodes du Léman et des Quatre-Cantons par HOFMÄNNER, les Oligochètes du Léman par FIGUET.

Comparaison avec le Léman. — La très grande richesse en Rhizopodes profonds de ce lac ne peut s'opposer à la pauvreté relative de notre faune, car, si un naturaliste se livrait dans notre lac avec la patience et la pénétration d'un PENARD à la recherche des Sarcodinés, il n'y a pas de doute que les résultats ne concordent avec ceux du Léman. — Chez les Nématodes, les différences aussi sont plus apparentes que réelles. — Dans les Turbellaires, à côté de quelques formes communes, notre lac montre une supériorité marquée, surtout en espèces marines, *Acerorhynchus neocomense*, *A. lacustris*, *Provortex lacustris*. — Nos Rotateurs profonds avec la très caractéristique *Callidina progonidia* diffèrent de ceux du Léman qui sont des Rhizotides ou des Ploïmides. — Dans les Oligochètes, notre lac montre une grande richesse en Naïdés moins représentés dans le Léman : *Bythonomus lemani* par contre n'a pas été trouvé. — Mais c'est surtout dans les Rhabdocèles, Copépodes et Cladocères qu'éclate le contraste ; ces derniers, assez faciles à apercevoir (à l'exception de *C. schmeili*), sont peu représentés au Léman. Est-ce le fait de la plus grande ancienneté de notre lac ou celui des méthodes de recherche, nous n'osons affirmer. Enfin nos Mollusques concordent remarquablement, si l'on fait abstraction de quelques espèces erratiques ; seuls, *Ancylus fluviatilis*, *Pisidium infimum* et *P. fossarinum* n'ont pas été retrouvés dans notre lac. Somme toute, et malgré quelques différences d'ordre secondaire, c'est avec le Léman que notre faune présente le plus d'affinités.

Comparaison avec le lac des Quatre-Cantons. — Quoique longuement étudié par ZSCHOKKE (198 dragages), ce lac est loin d'offrir une faune aussi riche que le nôtre. Seuls les Rhizopodes étudiés par PENARD, les Nématodes étudiés par VON DADAY et HOFMÄNNER, et les Hydracarines déterminés par WALTER, offrent des résultats égaux ou supérieurs aux nôtres. Chez ces dernières, 3 espèces seulement sont communes aux deux lacs. Partout ailleurs, notre lac est beaucoup plus riche ; chez les Rhabdocèles (28 espèces contre 3), les Rotateurs (11 contre 0), les Oligochètes (24 contre 14), les

Cladocères (25 contre 2) et les Copépodes (18 contre 3), ce caractère éclate avec netteté. Que tant d'espèces aient échappé à l'auteur, nous n'osons le croire ; l'ancienneté de notre lac, le développement de ses beines jouent certainement leur rôle.

Comparaison avec les lacs de Brienz et de Thoune. — Les Protozoaires de ce lac n'ont pas été étudiés. Dans tous les autres groupes, notre lac surpasse de beaucoup les résultats de ces bassins. Les Turbellaires y ont été nombreux ; parmi eux, *Stenostomum agile*, *Strongylostoma elongatum*, *Castrada lanceola*, *Lutheria minuta*, *Dalyellia cuspidata*, *Castrella truncata*, n'ont pas été retrouvés dans notre lac. Enfin, les Cladocères, Ostracodes, Copépodes et Gastéropodes de ce lac, très nombreux, marquent beaucoup d'analogie avec notre faune.

Comparaison avec le lac de Lugano. — De par sa position au sud des Alpes, ce lac offrait la résolution de nombreux problèmes relatifs à l'origine des faunes. Malheureusement, la pauvreté des résultats de FEHLMANN (59 Métazoaires) n'a pas permis de les aborder avec l'ampleur qu'ils méritaient. Seuls les Rhizopodes, Infusoires, Oligochètes et Hydracarines présentent un tableau quelque peu complet de la faune profonde de ce lac. 18 Métazoaires (dont 7 Hydracarines) n'ont pas été retrouvés dans notre lac. A noter aussi l'extrême pauvreté en Crustacés qui ne comptent que des espèces ubiquistes, et quelques espèces du plankton comptées, on ne sait pourquoi, dans la faune profonde. Il est difficile d'établir ici la part de responsabilité de l'auteur et celle du lac dont la faune paraît être pauvre effectivement. ASPER en disait déjà : « Ob die auffallende Armuth dieses Sees damit zusammenhängt, dass nach der Vermutung der Geologen, das Luganerseebecken relativ jung ist. »

Comparaison avec le Vetter. — Un trait inattendu, au moins à première vue, de la faune profonde de ce lac est sa grande ressemblance avec celle des lacs suisses. Nous avons déjà eu l'occasion, à propos des différents groupes, de montrer ces analogies ; 56 Métazoaires seulement, présents dans ce lac, n'ont pas été retrouvés dans le nôtre. Par contre, *Hydra vulgaris*, *Plagiostomum lemani*, *Otomesostoma auditivum*, *D. lacteum*, *T. gracilis*, *I. ignavus*, *M. intermedia*, *T. barbatus*, *T. hammoniensis*, *S. heringianus*, *F. sultana*, *C. viridis*, *C. strenuus*, *C. fimbriatus*, *C. crassus*, *I. acutifrons*, *M. hirsuticornis*, *E. lamellatus*, *A. affinis*, *Ch. sphaericus*, *C. ophtalmica*, *C. neglecta*, *C. lacustris*, *L. sancti-patricii*, *L. mirabilis*,

V. cristata, *V. depressa*, *P. nitidum*, etc., sont communs aux deux lacs. Ce que le Vetter offre de nettement distinct avec les lacs suisses, c'est la présence d'un genre nouveau de Nématodes, le g. *Vetteria*, une longue liste de Mermithides, d'Hydracarines et de Pisidies propres aux régions septentrionales, mais surtout les Schizopodes, Amphipodes et Isopodes marins des genres *Mysis*, *Pontoporeia*, *Gammaracanthus*, *Pallasea* et *Chiridotheca* absents de la faune suisse.

5. Les facteurs du peuplement.

FOREL et DUPLESSIS distinguent quatre conditions qui, selon eux, caractérisent la profondeur : la pression, l'obscurité, le repos, la température. La pression ne semble jouer aucun rôle chez les invertébrés à cause de la presque incompressibilité de l'eau et des tissus animaux. L'obscurité n'en doit jouer qu'un tout accessoire, car beaucoup d'espèces leucophobes habitent les rivages éclairés et se contentent de l'abri offert par les creux ou les pierres. Le repos des eaux ne paraît pas non plus exercer d'influence ; les pierres et les végétaux protègent les espèces littorales contre la trop violente agitation des vagues ; cette protection manque, il est vrai, dans la profondeur, mais elle y est devenue inutile. Reste la température ; à ce sujet les opinions des auteurs concordent avec une remarquable harmonie. « Die Temperaturverhältnisse regeln somit in erster Linie die verticale Verteilung der Tiefenfauna und die Aufeinander folge der Arten vom Ufersaum bis zum Seegrund. Alle Anzeichen sprechen dafür, dass in anderen subalpinen Seen dieselben Verhältnisse vertikaler Tiefverbreitung herrschen. » « Alle diese Fälle deuten darauf hin dass die Gegenwart einer Tiefenfauna nicht an die Lichtlösigkeit und den starken Wasserdruck der abyssalen Seezone gebunden sei. Niedrige und wenig schwankende Temperatur vielmehr, sowie etwa auch die feinschlammige Beschaffenheit des Untergrunds fördern die Entfaltung einer typischen profunden Tierwelt. » ZSCHOKKE (1911, pp. 191 et 193). Cette opinion est suivie explicitement ou implicitement par la plupart des auteurs. Cependant, nous avons vu les objections de VON HOFSTEN au sujet de la prétendue sténothermie d'eau froide des Alloëcoëles et Cytheridées, que nos trouvailles infirment aussi. Mais EKMANN partage l'opinion de ZSCHOKKE : « Soweit uns die Lebensbedürfnisse der europäischen sublittoral-profunden Fauna bekannt sind,

wählen ihre Arten, wenigsten der grossen Mehrzahl nach, die fraglichen Wasserschichten ausschliesslich, weil diese eine ihnen zusagende Temperatur besitzen. »

De l'opinion que la recherche d'une température basse est le facteur prédominant du peuplement des abysses lacustres dérive naturellement l'idée que les représentants les plus typiques de ces populations sont des espèces sténothermes d'eau froide. Cette conviction éclate à toute page de l'œuvre de ZSCHOKKE. Cependant cette sténothermie est loin d'être prouvée. Beaucoup parmi ces espèces, des Rhizopodes, Allœocœles, Cytheridées, Cladocères, Copépodes, sont répandus sporadiquement dans des étangs ou des marécages et existent aussi dans le littoral des lacs dont elles fréquentent la profondeur. — En outre, cette sténothermie, qui se serait prolongée après le retrait des glaces, cadre fort mal avec les idées évolutionnistes actuelles et rien ne montre que les espèces conservent à travers les âges toujours les mêmes tropismes. Des expériences entreprises par HACHET-SOUPLET prouvent même qu'il est relativement aisé de changer les habitudes d'un sujet. Or le fait de supporter également deux températures aussi voisines que les extrêmes de l'eau d'un lac est d'une importance moins grande que le changement d'habitat ou de régime alimentaire ; il peut s'accomplir sans que la conformation des organes en subisse les conséquences, car il n'implique qu'un léger changement de l'équilibre physico-chimique des colloïdes protoplasmiques. Tout autre serait le changement d'une espèce limicole qui deviendrait végétarienne ou chasseresse ; les appareils de locomotion, de préhension, de mastication, de digestion devraient profondément se modifier pour satisfaire aux nouveaux besoins de l'animal, changements qui ne peuvent être que fort lents.

En plus, une espèce peut fort bien être sténotherme en un lieu, eurytherme en un autre. Considérons par exemple une forme largement répandue, eurytherme ; vienne le glacier, elle pourra se maintenir à son contact en s'accommodant aux basses températures, puis suivre le retrait du glacier et devenir ainsi sténotherme d'eau froide, tandis que ses colonies situées hors de l'atteinte des glaciers auront conservé leur eurythermie. Il n'en est pas de même du régime ; on ne conçoit pas une espèce limivore en un lieu, chasseresse en un autre à cause des conformations morphologiques spéciales que ces deux régimes exigent impérieusement.

La prétendue sténothermie des espèces profondes est contredite, avons-nous dit, par leur présence en des milieux de

température variable ; or la sténothermie est une qualité exigeante qui n'admet pas d'accommodement. « Noblesse oblige », disons-nous. Elle ne peut se concilier avec les faits relevés plus haut.

Enfin la majeure partie des espèces profondes adaptées sont franchement eurythermes. *D. Pyriiformis*, *C. ophtalmica*, les *Candona*, *C. fimbriatus*, etc., sont dans ce cas et ont été très fréquemment trouvés. Si tant d'espèces eurythermes (à 200 m., ZSCHOKKE indique 11 « Ufertiere » contre 13 « Tiefentiere ») descendent dans la profondeur, si des espèces sténothermes d'eau froide, telles que *Planaria alpina*, n'y descendent pas ou seulement exceptionnellement, c'est que la sténothermie d'eau froide ne joue pas, dans le peuplement des profondeurs lacustres, le rôle prépondérant qu'on a bien voulu lui attribuer.

Il faut donc chercher autre part les facteurs de peuplement des profondeurs ; les conditions physiques évoquées ayant été insuffisantes à apporter une réponse acceptable aux « desiderata » exigés, il faut recourir aux conditions chimiques¹. Or, c'est dans celles-ci que réside la meilleure caractéristique des grands fonds : un limon très fin, aisément perméable aux animaux fouisseurs, contenant des matières organiques en quantités appréciables et renouvelées constamment par la pluie des cadavres et des poussières tombant de la surface, l'absence de végétaux, une eau toujours richement oxygénée, la pauvreté en bactéries, l'absence de gaz nocifs tels que NH_3 et SH_2 , tout cela forme un ensemble d'allure particulière. Il n'est toutefois pas lié à la profondeur et peut se réaliser ailleurs : dans le littoral, à la Motte, dans une source froide, un haut lac alpin. Il peut ne l'être pas, même dans la profondeur où un cône d'alluvions, une bouche d'égoût peuvent créer des conditions chimiques fort différentes.

L'influence des conditions chimiques sur des sociétés animales ou végétales a été déjà mise en relief par de nombreux auteurs. CHODAT (1897) attribue aux différentes teneurs en matières organiques des eaux des lacs, leurs variations en flore planktonique. THIENEMANN remarque dans les « Maare » de l'Eifel une relation entre la composition de la faune et la teneur en oxygène. (Voir au chapitre des Chironomides.) KOLLWITZ et MARSON divisent les espèces en Polysaprobes,

¹ Nous réunissons, sous ce vocable commode, tout ce qui a trait à la composition chimique de l'eau et du limon, aux substances organiques qui y sont dissoutes, à la teneur en oxygène ou en autres gaz, aux aliments que peut trouver un animal donné.

Mésosaprobés et Oligosaprobés suivant leur préférence pour les eaux chargées ou non de substances organiques. Enfin SURBECK et STEINMANN ont établi la sensibilité extrême des organismes aux souillures de l'eau.

Or, à quelles catégories biologiques appartiennent surtout nos espèces adaptées, cosmopolites ou lacustres. Ce sont :

1° des espèces franchement limivores ou limicoles, telles que les *Tubifex*, les *Nématodes*, *Canthocamptus schmeili*, les *Candona* et *Cytheridées*, *Iliocryptus lacustris*, *Monospilus dispar*, *Callidina progonidia*, *Rotifer tardigradus*, *Pisidies*, etc., etc., — ou des espèces carnassières qui se nourrissent des premières : les *Turbellaires*, *Dorylaimus*, *Hydracarines* ;

2° des espèces lentes : les *Rhizopodes*, *Tubifex ferox* et *velutinus*, *Plagiosomum lemani*, *Callidina progonidia*, *Canthocamptus schmeili*, *Iliocryptus acutifrons* et *sordidus*, *Iliocypris lacustris*, les *Cytheridées* sont lents et paresseux ; or, ne pouvant renouveler facilement l'eau de respiration, ils sont obligés de choisir un milieu très riche en oxygène, d'éviter les eaux souillées organiquement, conditions remplies dans la profondeur. A cause de ces besoins de respiration, ces espèces éviteront le cône de l'Areuse ;

3° des espèces oligo ou mésosaprobés. D'après les listes de KOLLWITZ et MARSON, une seule espèce parmi celles de notre faune profonde, *T. tubifex*, est polysaprobe, une quinzaine sont mésosaprobés, une quarantaine auxquelles il faudrait joindre encore nos espèces adaptées non citées par ces auteurs, sont oligosaprobés.

Au contraire de ZSCHOKKE, EKMAN, nous envisageons que les facteurs primordiaux qui permettent aux espèces le séjour dans la profondeur des lacs consistent dans un régime alimentaire limivore ou carnivore, une préférence pour les eaux pures, riches en oxygène, dépourvues de gaz nocifs et de substances organiques en dissolution. Les facteurs purement physiques, tels que la température, ne paraissent jouer qu'un rôle effacé, parfois complémentaire des facteurs chimiques mais rarement prépondérant. D'une part donc les conditions d'alimentation, d'autre part les besoins de la respiration, c'est-à-dire les besoins généraux de tout être vivant, les nécessités premières de son existence, celles qui lui permettent de s'accroître et de se multiplier sont les facteurs essentiels du peuplement des profondeurs. Or, chaque espèce tend à envahir les lieux où sa subsistance sera assurée ;

ainsi les espèces limicoles et oligosaprobies du rivage tendront à pénétrer dans la profondeur et finiront par constituer sa faune caractéristique, mais les espèces végétariennes en seront exclues à moins que, par l'apport régulier de détritus littoraux, elles ne puissent continuer à y végéter.

6. Origine de la faune profonde.

A la lumière des considérations du chapitre précédent, l'origine de la faune profonde s'éclaire d'un jour tout nouveau. Bien loin de former un tout fermé, un microcosme indépendant et isolé comme le voulait FOREL et comme ses conditions géographiques semblent l'indiquer, une cuvette lacustre, littoral et profondeur, est, au point de vue biologique, largement ouverte à toutes les pénétrations. Des échanges nombreux ont lieu avec les marais, les étangs d'alentour, avec les rivières affluentes, les eaux souterraines qui y aboutissent ; toutes les espèces satisfaisant aux conditions décrites plus haut pourront y habiter. Reliée au littoral par des intermédiaires physiques insensibles, la profondeur est largement en communication avec celui-ci qui peut, en retour, présenter parfois les mêmes caractères chimiques. Les zones littorale, sublittorale, semi-profonde et profonde, quelque commodément qu'elles soient pour la clarté et la brièveté du langage, perdent toute signification biologique. Les faunes de ces régions se ressentent tellement de ces relations qu'il devient impossible de les distinguer nettement, la littorale envahissant les abîmes, la profondeur débordant sur les rives. Ces échanges, réglés seulement par des considérations œcologiques de régime, permettent à tout courant d'émigration de se faire sentir dans les abîmes lacustres. Les espèces cosmopolites eurythermes et les espèces d'origine arctique ou marine, celles du moins qui satisfont à ces conditions essentielles, pénètrent dans les zones inférieures de nos lacs où elles forment l'élément dominant. La question des faunes reliquées devient ainsi indépendante de la faune profonde. Que quelques « *relictæ* » se trouvent dans celle-ci est probable et même certain, mais il s'agit là d'une coïncidence fortuite ; ce n'est pas parce que glaciaires ou marines que ces espèces ont pu prospérer dans le fond des lacs, c'est parce que leurs habitudes biologiques, leur régime notamment, leur en permettaient l'accès. L'on pourra, il est vrai, rechercher la provenance de telle ou telle espèce, mais le fait qu'elle habite

la profondeur, puisque indépendant de son origine, ne pourra apporter aucun argument à cette recherche.

Il apparaît ainsi nettement que toutes les espèces bathyales lacustres proviennent du littoral, ainsi que l'ont déjà pensé FOREL et DUPLESSIS. C'est par le réseau compliqué de canaux, de rivières, de lacs transitoires qui a suivi l'époque glaciaire que les faunes ont émigré de l'Europe centrale libre de glace, leur refuge, dans nos régions. Répandues d'abord dans le littoral des anciens lacs, elles ont tendu toujours, ce qui est la règle, à élargir leur cercle de dispersion ; mais les unes liées au rivage par leur régime alimentaire n'ont pu le faire que dans le sens horizontal, tandis que les autres, limicoles ou carnassières, ont pu envahir la profondeur sans dommage pour elles. Il a pu se faire ensuite que l'envahissement des rives par les végétaux et les détritux et souillures qui en sont résultés ait chassé du littoral quelques espèces particulièrement sensibles à la chimie du milieu ; elles seront alors plus fréquentes dans le fond de nos lacs que sur leurs bords. Si dans les hauts lacs alpins et les sources froides ces formes prospèrent également, c'est que les basses températures s'opposent aux putréfactions, favorisent la dissolution de l'oxygène, les placent, en un mot, dans leurs conditions préférées.

Si l'envahissement progressif de la profondeur par les faunes littorales est dû à la tendance naturelle de chaque espèce d'étendre progressivement son cercle de dispersion, il peut aussi être dû à une autre cause. On sait en effet, depuis les recherches de HEIM, que les sédiments glissent avec lenteur même sur des pentes très faibles. Ils ont donc entraîné avec eux la faune qu'ils hébergeaient ; ce mouvement très lent a permis aux bêtes de s'adapter progressivement aux conditions profondes, et obligé celles qui ne le pouvaient à se déplacer vers le rivage. On peut tirer de ce fait le paradoxe suivant : c'est que les espèces profondes, pour émigrer du littoral dans le fond, ont eu moins à se déplacer que les formes littorales pour conserver leur habitat. Cette remarque vient à l'appui de ce que nous avons déjà dit touchant au fait que les espèces lentes et paresseuses sont plus caractéristiques des profondeurs que les rapides.

Ce qui prouve encore cette origine littorale, comme le remarque déjà FOREL, c'est le peu de différenciation des espèces profondes. Seuls les Mollusques, dont on connaît l'extrême plasticité, *Dendrocoelum lacteum* et *Planaria alpina*, dont il existe des formes profondes, ont souffert des conditions spéciales de ce milieu ; les autres sont si semblables à

leurs parents littoraux que la création d'espèces nouvelles a toujours semblé superflue. Un lac n'est, en effet, qu'un phénomène géologiquement transitoire ; le milieu profond n'a pas eu le temps matériel d'agir suffisamment, d'autant plus que l'immigration littorale perpétuelle s'opposait à la création de types nouveaux par l'apport de reproducteurs non différenciés.

Qu'en dehors de cette origine il ait pu se faire, ainsi que le veut FOREL, des pénétrations de la faune souterraine des grottes, la chose est probable quoique exceptionnelle. Cette faune n'est, du reste, qu'une adaptation secondaire de la faune d'eau libre (fluviale ou lacustre) et le processus habituel : littoral — profondeur n'a subi dans ce cas qu'un échelon intermédiaire : littoral (ou eau libre) — eau souterraine — profondeur.

Quant à la question des relégats marins ou glaciaires, elle est foncièrement distincte, avons-nous dit, de la question de la faune profonde. La « *fauna relictæ glacialis* », telle que l'entend ZSCHOKKE dans un sens très large, comprend tous les restes de la faune mélangée qui existait, pendant le Würm, entre le glacier alpin et la calotte scandinave. D'un accès très périlleux, cette question n'est abordable que du côté paléontologique qui malheureusement ne peut renseigner qu'au sujet des Mollusques et de quelques rares Crustacés. — Telle que la comprend VON HOFSTEN, cette faune n'embrasse que les espèces arctiques qui, par le jeu des glaciers, ont envahi d'abord l'Europe centrale puis ont suivi le retrait des glaces au sud. Plus facile à résoudre peut-être, des considérations zoogéographiques pourront aider à son éclaircissement, car ces formes ont des chances pour être plus répandues au nord qu'au sud. *Latona setifera* et d'autres espèces paraissent être de cette catégorie. Mais, encore une fois, ne compliquons pas le problème uniquement biologique de la faune profonde par ces considérations historiques qui lui sont étrangères.

Tous les courants qui ont abouti au peuplement de nos régions peuvent être représentés dans la faune profonde. On en peut distinguer cinq principaux qui ont reçu, suivant les auteurs, des dénominations diverses :

1° Espèces habitant notre pays avant l'époque glaciaire, refoulées pendant cette période sur le pourtour de la calotte alpine et ayant recouvré, après le retrait des glaces, leur habitat primitif. Aucun critère sauf le paléontologique et le fait qu'elles ont des chances pour être répandues tout autour

des Alpes ne permet de les reconnaître. (Ex. peut-être *Tubifex velutinus*.) *Fauna relictæ* de SCHMARDA, *Fauna relictæ proparte* de ZSCHOKKE. « Alte Süßwasser-bewohner nicht glacialer Herkunft » de VON HOFSTEN ;

2° Espèces venues du nord lors des glaciations, habitant l'hinterland pendant cette époque, retirées au sud aussi bien qu'au nord après le Würm. On les reconnaîtra à leur distribution géographique ; elles auront des chances pour être plus communes au nord qu'au sud et pour être sténothermes d'eau froide¹. *Fauna intrusa* de SCHMARDA, *Fauna relictæ glacialis (proparte)* de ZSCHOKKE, *Fauna relictæ glacialis sensu stricto* de VON HOFSTEN. Ex. *Latona setifera* ;

3° Espèces marines ayant envahi les eaux douces avant les glaciations. *Fauna intrusa p. p.* de SCHMARDA, « Präglaciale marine Relikte » de VON HOFSTEN. Ex. : les Allœocœles, les Cytheridae (suivant VON HOFSTEN) ;

4° Espèces marines avant et pendant les glaciations, ayant envahi nos eaux douces après le Würm. Elles auront conservé avec leurs parents marins de très étroites relations morphologiques. *Fauna intrusa p. p.* de SCHMARDA, « marin-glaciale Relikte » de ZSCHOKKE. Ex. : *Mysis relictæ*, *Pontoporeia affinis* ;

5° Espèces d'eau douce parvenues chez nous après l'époque glaciaire, *Fauna intrusa s. s.* de plusieurs auteurs.

Mais les critères qui servent à différencier ces cinq catégories sont d'une application fort délicate qui reste toujours sujette à discussion. Seule l'étude zoogéographique de chaque espèce, lorsqu'elle sera parfaitement connue dans les temps anciens comme dans les modernes pourra établir le centre de dispersion des espèces et leur appartenance à l'une ou à l'autre de ces catégories.

7. Les principes faunistiques.

« Ce n'est pas en des faits isolés que réside le véritable intérêt scientifique ; leur poursuite et leur constatation ne sont que les moyens d'arriver à la découverte de lois plus ou moins étendues », a dit PELSENEER. Aussi, après avoir exposé les conditions du milieu dans lequel vit la société

¹ On pourrait aussi penser que ces espèces ne doivent pas exister au sud des Alpes. Ce serait sans doute le cas si la ligne de partage des eaux n'était sans cesse remontée vers le Nord depuis l'époque glaciaire.

profonde de notre lac, après avoir indiqué pour chacune d'elles les considérations biologiques ou géographiques qui s'imposaient, après avoir, dans les six premiers chapitres de cette partie générale, cherché les rapports de cette faune avec les populations littorales et dégagé les facteurs qui ont influencé sur sa composition, arrivons-nous maintenant à l'étude de problèmes encore plus généraux. La faune profonde n'est, en effet, qu'un cas particulier de la faune aquatique, mais qui s'en distingue surtout en ce qu'elle subit moins les effets de conditions extérieures variables. Tandis que les animaux peuplant un marécage, un étang, une rivière ou même le littoral d'un lac sont exposés à de brusques variations de température, de lumière, de composition chimique de l'eau, sont astreints à subir tantôt le gel, tantôt des chaleurs considérables, tantôt la dessiccation, que leurs conditions vitales doivent s'adapter à tout l'imprévu de ces événements pour permettre la survie de l'espèce, la faune profonde jouit à cet égard d'une remarquable sécurité et d'une uniformité jamais troublée. Les variations saisonnières, d'un intérêt si capital ailleurs, ne l'atteignent que par ricochet ; la température est toujours uniforme ; aucune tempête ne vient arracher à ses abris une paisible population et en jeter les représentants sur les rochers inhospitaliers du rivage ; une table toujours mise, sinon très abondante ou variée, écarte la disette des hôtes abyssaux ; en un mot une uniformité absolue dans un repos et une obscurité complets. Plus donc que toute autre, l'étude des sociétés profondes se prête aux spéculations ; ainsi qu'en physique on élimine, dans la recherche d'un agent quelconque toutes les influences perturbatrices, qu'on simplifie le plus possible les données des problèmes, ainsi la nature a écarté, dans les zones inférieures de nos lacs, la plupart des conditions dont l'influence complique si singulièrement l'étude des rapports d'une faune et de son milieu. L'image la plus simple qui soit de ces rapports nous est ainsi offerte ; au naturaliste donc incombe la tâche de rechercher les principes qui président au peuplement de ce milieu, expérimental pour ainsi dire, puis de les étendre à des milieux plus divers.

Et si nos conclusions dernières peuvent paraître en certains points un peu hardies et parfois même s'élever au-dessus des faits strictement observés, qu'on veuille bien nous le pardonner. D'illustres exemples nous ont montré que les semeurs d'idées ont répandu souvent, au milieu de la semence féconde, des grains inutiles et que la moisson qui

pousse étouffe ces derniers ; si donc les principes que nous croyons pouvoir tirer de nos études sont trop hâtifs, ils ne pourront entraver la marche de la science. Mais s'ils se justifient en tout ou partie, ils pourront peut-être susciter, à côté d'une discussion toujours utile, des travaux nouveaux et contribuer ainsi aux progrès généraux et à la connaissance de la vérité.

Ces principes, qui nous semblent régir toute faune, sont au nombre de trois.

I. La tendance à l'unité spécifique.

Cette première étude est basée, avant tout, sur la notion des coefficients génériques, c'est-à-dire du rapport des genres aux espèces dans un groupe donné. Répétons ici les chiffres épars dans la troisième partie de ce travail.

Faunes : suisse				Faunes : suisse			
du lac	prof.			du lac	prof.		
<i>Rhizopodes</i>	0,24	0,37	0,38	<i>Cladocères</i>	0,46	0,58	0,64
<i>Infusoires</i>	0,54	0,54	0,62	<i>Ostracodes</i>	0,42	0,72	0,69
<i>Turbellaires</i>	0,35	0,53	0,61	<i>Copépodes</i>	0,08	0,14	0,12
<i>Rotateurs</i>	0,41	0,65	0,82	<i>Acariens</i>	0,25	0,60	0,69
<i>Nématodes</i>	0,32	0,47	0,56	<i>Gastéropodes</i>	0,37	0,28	0,33
<i>Oligochètes</i>	0,21	0,36	0,57	<i>Lamellibran.</i>	0,21	0,29	0,22

Sauf quelques légères exceptions, on remarque que toujours le *coefficient générique augmente à mesure que le milieu est plus uniforme*. Voyons maintenant si, dans d'autres recherches faunistiques, cette conclusion se justifie.

1. De la « Revision des Nématodes suisses », de Hofmännner et Menzel :

Faune suisse : 25 genres, 76 espèces, coefficient 0,33.

Léman : faune totale (23 g. 52 esp.) 0,44 — faune profonde (16 g. 31 esp.) 0,51.

Quatre-Cantons : faune totale (20 g. 40 esp.) 0,50 — faune profonde (12 g. 21 esp.) 0,57.

Majeur : faune totale et profonde (10 g. 9 esp.) 0,52.

Lac de Joux : faune totale (13 g. 22 esp.) 0,59.

2. Faune profonde du lac des Quatre-Cantons (ZSCHOKKE, 1911) :

<i>Rhizopodes</i>	0,24 — 0,37 ¹	<i>Oligochètes</i>	0,21 — 0,57
<i>Turbellaires</i>	0,35 — 1	<i>Ostracodes</i>	0,42 — 0,83
<i>Nématodes</i>	0,33 — 0,50	<i>Hydracarinae</i>	0,25 — 0,62

3. Faune profonde du Léman (d'après ZSCHOKKE, 1911, p. 170) :

<i>Rhizopodes</i>	0,24 — 0,37	<i>Oligochètes</i>	0,21 — 0,65
<i>Infusoires</i>	0,54 — 0,75	<i>Ostracodes</i>	0,42 — 0,83
<i>Turbellaires</i>	0,35 — 0,66	<i>Cladocères</i>	0,46 — 1
<i>Nématodes</i>	0,33 — 0,51	<i>Hydracarinae</i>	0,25 — 0,63

4. Faune profonde du lac de Lugano (FEHLMANN) :

<i>Rhizopodes</i>	0,24 — 0,36	<i>Oligochètes</i>	0,21 — 0,54
<i>Infusoires</i>	0,54 — 0,90	<i>Hydracarinae</i>	0,25 — 0,73

5. Faune profonde des lacs de Brienz et de Thoune (VON HOFSTEN) :

<i>Turbellaires</i>	0,35 — 0,80	<i>Ostracodes</i>	0,42 — 0,64
<i>Oligochètes</i>	0,21 — 0,66		

6. Faune du fond du lac de Saint-Moritz (BORNER) :

<i>Rhizopodes</i>	0,24 — 0,47	<i>Cladocères</i>	0,46 — 0,86
<i>Nématodes</i>	0,33 — 0,46	<i>Hydracarinae</i>	0,25 — 0,75
<i>Oligochètes</i>	0,21 — 0,50		

7. Faune du Loclat (THIÉBAUD) :

<i>Rhizopodes</i>	0,24 — 0,37 ² — 0,46	<i>Copépodes</i>	0,08 — 0,14 — 0,23
<i>Infusoires</i>	0,54 — 0,54 — 0,69	<i>Ostracodes</i>	0,42 — 0,72 — 0,80
<i>Turbellaires</i>	0,62	<i>Hydracarin.</i>	0,25 — 0,60 — 0,65
<i>Rotateurs</i>	0,41 — 0,65 — 0,58	<i>Gastéropodes</i>	0,37 — 0,28 — 0,46
<i>Cladocères</i>	0,46 — 0,68 — 0,60		

8. Faune des marais de Pouillerel (THIÉBAUD et FAVRE) :

<i>Rhizopodes</i>	0,24 — 0,37 — 0,42	<i>Infusoires</i>	0,54 — 0,54 — 0,62
<i>Turbellaires</i>	0,35 — 0,53 — 0,62	<i>Rotateurs</i>	0,23 — 0,65 — 0,53
<i>Cladocères</i>	0,46 — 0,68 — 0,66	<i>Ostracodes</i>	0,42 — 0,72 — 1
<i>Copépodes</i>	0,08 — 0,14 — 0,14		

¹ Premier chiffre : faune suisse ; deuxième chiffre : faune du lieu indiqué.

² Deuxième chiffre : faune du canton de Neuchâtel.

9. Faune des lacs alpins du Tessin (FUHRMANN) :

<i>Rhizopodes</i>	0,24 — 0,37	<i>Turbellaires</i>	0,35 — 0,53
<i>Rotateurs</i>	0,23 — 0,69	<i>Cladocères</i>	0,46 — 0,54

10. Faune des mousses (HEINIS) :

<i>Rhizopodes</i>	0,24 — 0,34	<i>Rotateurs</i>	0,23 — 0,22
-------------------	-------------	------------------	-------------

11. Faune des eaux souillées (STEINMANN et SURBECK) :

<i>Rhizopodes</i>	0,24 — 0,69	<i>Oligochètes</i>	0,21 — 0,41
<i>Infusoires</i>	0,54 — 0,57	<i>Rotateurs</i>	0,23 — 0,51
<i>Turbellaires</i>	0,35 — 0,75	<i>Cladocères</i>	0,46 — 0,73
<i>Nématod. libres</i>	0,33 — 0,69	<i>Hydracarines</i>	0,25 — 0,48

Cette liste, qu'il est inutile de trop prolonger, établit presque sans exception la proposition que nous avons faite.

On dira sans doute que cette statistique est fondée sur des notions non encore définies exactement, celles de genre et d'espèces. Les difficultés de définition sont en effet très considérables et même insurmontables pour quiconque accepte les idées modernes de l'évolution des formes. Mais il n'en reste pas moins vrai qu'en pratique une espèce est très souvent définie avec assez d'exactitude pour être reconnue à première vue, et que les différences qu'elle présente toujours avec le type choisi sont ordinairement assez légères pour être négligées. La parenté qui réunit les diverses espèces d'un même genre est souvent très étroite, et la notion de genre, quoique conventionnelle à plus d'un égard, possède toutefois assez de netteté pour être appliquée le plus souvent sans aucun doute. Du reste, tout naturaliste se livrant à une recherche faunistique est obligé de passer outre à ces difficultés et considère toujours les formes qu'il étudie comme fixes pendant le cours de ses travaux. Enfin, cette augmentation du coefficient générique avec la spécialisation du milieu pourra apporter à ces notions de genre et d'espèce un éclaircissement nouveau, en montrant, une fois de plus, les relations qui existent entre un milieu et une espèce donnés.

On peut encore exprimer ce principe différemment : dans un milieu quelconque tendent à pénétrer tous les genres d'un groupe animal, mais par contre chaque genre tend à n'y être représenté que par une de ses espèces, la plus appropriée aux conditions de ce milieu. D'autres faits viennent, en dehors de l'augmentation du coefficient générique, corroborer

cette loi. Ainsi le genre *Diffflugia*, dont on sait le très grand nombre d'espèces, est représenté largement dans la faune profonde. Mais, ainsi que le remarque PENARD, ces espèces profondes, reliées par de très nombreux intermédiaires qui en effacent les caractères spécifiques, tendent à se confondre, à se réunir en une seule très polymorphe, très variable, très adaptée aux zones profondes. Les Limmées et Pisidies sont dans le même cas ; là aussi des caractères insensibles passent d'une forme à une autre ; ainsi *Limnaea limosa* var. *Roszkowskiana* semble résumer tous les caractères de la faune profonde de Limmées. — *L. foreli* se rapproche parfois de *L. abyssicola* (PIAGET, 1913). — ROSZKOWSKI réunit *L. foreli* et *L. profunda* sous le nom de *L. ovata*. — *L. Yungi*, élevée d'abord au rang d'espèce par PIAGET, fut réunie plus tard à *L. foreli*. *Pisidium occupatum*, de CLESSIN, est considéré par PIAGET comme une variété de *P. Foreli*. Ainsi partout chez ces Mollusques, qui sont les formes les plus caractéristiques de la profondeur, on constate ce même effacement des caractères spécifiques, cette même tendance à la confusion des espèces. Il est très suggestif de relever ici cette convergence d'espèces voisines, due à des conditions uniformes.

Une remarque vient encore à l'appui de la loi que nous cherchons à démontrer. Dans chaque milieu — et le fait est très connu de tous les auteurs — domine une espèce qui surpasse considérablement en nombre celles du même genre qui cohabitent avec elle. Ainsi *Diffflugia pyriformis* domine parmi toutes les Diffflugies, *Tubifex velutinus* et *T. hammoniensis* parmi tous les Oligochètes, *Alona affinis* surpasse toutes les autres *Alona*, *Canthocamptus schmeili* existe partout en plus grande abondance que ses congénères, sauf au cône de l'Areuse où *C. staphylinus* règne en maître. *Pisidium foreli* et *Limnaea foreli* agissent de même. Il y a donc tendance, non seulement à la conservation d'une seule espèce par genre en un milieu, mais encore, au cas où la tendance n'est pas réalisée, à la dominance d'une espèce aux dépens des autres.

Enfin, lorsque le milieu éprouve des variations saisonnières intéressant la température ou la composition chimique de l'eau, il tend à dominer, pour chacun de ces états particuliers, une espèce particulière. Ainsi THIÉBAUD trouve au lac de Saint-Blaise que :

1° chez les *Cyclops* dominant : en mars, *C. fuscus* ; en avril, *C. leuckarti* ; en mai, *C. macrurus* et *C. fimbriatus* ; en septembre, *C. macrurus* ;

2° chez les *Canthocamptus* dominant : d'octobre en avril, *C. staphylinus* ; d'avril en octobre, les autres espèces ;

3° chez les *Cladocères* dominant : en mars, *Chydorus sphaericus* ; en avril, *Acroperus neglectus* ; en mai, *Alona rectangula*, *A. gustata*, *Acroperus neglectus* ; fin mai et en juin, *Sida crystallina* ; en septembre, *Sida crystallina*, *Pleuroxus exiguus*, *P. truncatus*, *Simocephalus vetulus* ; en octobre et novembre, *Chydorus piger* et d'autres ;

4° chez les Rotateurs, *Euchlanis macrura* domine en mai, en octobre et novembre.

L'augmentation du coefficient générique s'accuse donc aussi dans le temps. Ainsi les *Cladocères* du Loclat, au nombre de 26 espèces et 12 genres, coefficient 0,46, donnent les résultats suivants ¹:

	espèces	genres	coefficients		espèces	genres	coefficients
Janvier	9	5	— 0,55	Juillet	26	12	— 0,46
Février	4	4	— 1	Août	23	12	— 0,52
Mars	5	5	— 1	Septembre	16	10	— 0,55
Avril	11	7	— 0,64	Octobre	22	11	— 0,50
Mai	18	9	— 0,50	Novembre	22	11	— 0,50
Juin	24	10	— 0,41	Décembre	16	8	— 0,50

Partout donc, sauf en juin, le coefficient générique mensuel est supérieur à l'annuel, prouvant ainsi une fois de plus la tendance à la réduction du nombre d'espèces d'un genre à mesure que le milieu se restreint dans l'espace et le temps.

Toutes ces observations, basées sur des exemples précis, aboutissent donc à l'énoncé d'un principe général :

I. Principe de tendance ² à l'unité spécifique. Dans un milieu uniforme, restreint dans le temps et l'espace, ne tend à subsister qu'une espèce par genre.

Corollaires : 1° Si la tendance à l'unité spécifique n'est pas réalisée complètement, elle se marque toutefois par la fréquence et l'abondance d'une espèce aux dépens de ses congénères ;

¹ Il est à regretter que le tableau de THIÉBAUD, p. 42, ne contienne pas toutes les espèces mentionnées à la page 31.

² Nous soulignons ici le mot *tendance* : celle-ci peut être plus ou moins prononcée suivant les cas et ressort plus nettement des groupes nombreux.

2° Les variations saisonnières d'une faune s'établissent de façon à ce que les espèces d'un même genre se succèdent dans le temps et caractérisent chacune une saison différente.

Nous avons déjà signalé plusieurs applications de ce principe ; mentionnons encore ici la notion des espèces caractéristiques en paléontologie, — le fait bien connu qu'un parasite est lié à un seul hôte et ne peut vivre dans une espèce voisine, etc.

Un chemin statistique nous a mené à la découverte de cette importante loi ; cependant, on peut la faire dériver directement des théories évolutionnistes. Si l'on admet avec LAMARK que le milieu est la cause fondamentale des variations, on comprendra comment un milieu uniforme, agissant toujours dans le même sens sur les espèces d'un genre, aboutisse à l'élimination ou à la transformation des espèces qui ne lui sont pas parfaitement adaptées. Dans les deux processus, élimination ou transformation, on tend au même résultat, c'est-à-dire à l'unité spécifique.

La sélection naturelle agit beaucoup plus efficacement sur des formes aussi voisines que les espèces d'un même genre que sur des formes plus éloignées. La concurrence est donc plus grande ; l'espèce la mieux adaptée, la plus résistante tendra à éliminer ses congénères. Dans deux espèces voisines A et B, la plus résistante A pourra, ou éliminer B, ou la chasser dans un autre milieu où B à son tour dominera A, ou encore il pourra advenir que les deux espèces se succéderont mélodiquement dans le temps, l'une d'elles devenant par exemple espèce d'hiver, l'autre espèce d'été. Dans tous les cas, pour un milieu bien délimité, on obtiendra l'unité spécifique et notre principe entrera en jeu.

2. La pénétration des faunes.

Résultant nettement d'un grand nombre de faits observés, ce principe n'a, à notre connaissance, jamais été énoncé explicitement. Il peut l'être ainsi : Lorsque deux faunes diverses, que ne séparent pas des obstacles infranchissables, habitent deux districts voisins, elles tendent à se pénétrer mutuellement.

Notre faune profonde offre de nombreux exemples de cette pénétration. A côté de quelques formes rares qui ont délaissé en partie les rivages des lacs et qui sont si étroite-

ment adaptées à la profondeur qu'on a cru devoir les considérer comme spéciales à ce milieu, vit toute une société cosmopolite, venue du rivage en des temps peut-être moins éloignés. Ces deux faunes se sont maintenant si bien confondues qu'une critique serrée, basée sur la comparaison des faunes de différents bassins, est parfois insuffisante à établir l'origine de certaines de ces formes. Le lac de Neuchâtel, un des plus anciens parmi les lacs suisses, a subi longtemps ces processus de pénétration ; ils ont enrichi sa faune profonde d'un grand nombre d'espèces littorales. ZSCHOKKE indique (p. 167) 55 espèces purement profondes. Dans le lac des Quatre-Cantons, une trentaine de ces formes, soit le 21 % de la faune profonde, y sont représentées ; dans le Léman, cette proportion est à peu près la même (20 %) ; mais dans notre lac, elle descend à 8 %.

Des pénétrations peuvent aussi s'effectuer d'un marais dans la profondeur. PIAGET croit que les Mollusques profonds proviennent d'espèces de marécages et explique leur émigration par des variations brusques de niveau, quoique la tendance naturelle des espèces à élargir leur cercle de dissémination suffise à l'expliquer. STEINER admet pour les Nématodes aquatiques une origine terrestre. Un autre exemple de ces pénétrations, bien typique, est fourni par la faune du cône de l'Areuse dont nous avons suffisamment parlé plus haut.

Grâce à ce principe, des espèces marines ont pu s'adapter aux eaux douces. PELSENEER a montré que les grands centres d'émigration marine sont la mer Noire et le golfe de Bengale où les eaux sont peu salées. A la fin des temps glaciaires, alors que des torrents d'eau douce provenant des glaciers en fusion ont dû adoucir l'eau des embouchures, des pénétrations ont pu se faire : ZSCHOKKE place à cette époque l'émigration des Allœocoëles et Cythéridées marins.

Mais il peut arriver que ce deuxième principe entre en compétition avec le premier. Tandis que celui-ci ne tend à maintenir dans un milieu donné qu'une seule espèce par genre, les pénétrations réciproques de deux faunes tendent, au contraire, à multiplier ce nombre. Toutefois, cet effet ne se produit pas seulement dans un genre, mais atteint les sociétés complètes, genres et espèces. Alors intervient un troisième principe dérivant logiquement des deux premiers. C'est :

3. La substitution des faunes

qui s'énonce ainsi : Toutes les fois que deux espèces voisines sont en présence, l'une d'elles, ordinairement la plus cosmopolite et la plus eurytherme, tend à éliminer la seconde.

Des exemples nombreux peuvent être cités ici. Dans notre lac, *Diffugia pyriformis typica* et *D. constricta*, deux formes essentiellement cosmopolites, l'emportent beaucoup en nombre sur les espèces lacustres et profondes : *D. pyriformis lacustris*, *D. lebes*, *D. curvicaulis*, *D. scalpellum*. — Le cosmopolite *Dendrocœlum lacteum* est plus abondant que le caractéristique *Otomesostoma auditivum* ; les *Candona* sont plus nombreuses que les Cythéridées et parmi celles-ci *C. lacustris*, forme moins caractéristique, domine sur *Limnocythere* et *Leucocythere*, etc., etc.

Enfin, il est très probable que ces trois principes s'appliquent non seulement aux faunes, mais aussi aux flores. Un exemple typique de la deuxième et de la troisième de ces lois nous est offert par les pâturages des montagnes qui, avant l'introduction du bétail, possédaient des flores très caractéristiques. Depuis lors, ils ont été envahis par les *Taraxacum*, *Senecio*, *Cirsium*, *Chenopodium*, *Urtica*, *Stellaria*, etc., etc., plantes cosmopolites qui ont chassé l'ancienne flore caractéristique ¹.

¹ Ces pages étaient écrites depuis longtemps lorsque nous avons eu connaissance des travaux de JACCARD sur la distribution florale dans la zone alpine (Soc. vaud. Sc. nat., 1902). Il énonce toute une série de lois dont l'une se rapporte aux variations du coefficient générique qui augmente avec l'altitude. C'est en somme la même conclusion que la nôtre, à laquelle son auteur a toutefois donné une forme inverse : Plus les territoires sont variés, plus le coefficient générique baisse. Cette rédaction ne permet pas de tirer de l'idée juste qu'elle renferme, toutes ses conséquences. Nous avons énoncé le même principe d'une façon plus générale, en cherchant à en donner la cause, c'est-à-dire l'uniformité des conditions et la petitesse du milieu considéré.

BIBLIOGRAPHIE

- S. N. S. N.* = *Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.*
S. V. S. N. = *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles.*
Int. Rev. = *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, Leipzig.
Archiv = *Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde*, Stuttgart.
Annales = *Annales de biologie lacustre*, Bruxelles.
Zool. Anz. = *Zoologischer Anzeiger*, Leipzig.
Rev. s. de zool. = *Revue suisse de zoologie*, Genève.

A. Bibliographie du lac de Neuchâtel.

- AGASSIZ, L. Les Cyprins du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* I, p. 33.
 ANCIEN CLUBISTE (Un). Hypothèse. *Rameau de sapin*, 1883, p. 17.
 BILLETER, O. Rapport sur la question des eaux de N. au point de vue chimique. *S. N. S. N.* XI, p. 310.
 BOREL, F. Sur la topographie du fond du lac et sur la pression de l'eau. *S. N. S. N.* VII, p. 155.
 BOREL, F. Lettre sur un mouvement particulier des eaux du lac pendant la période de gel. *S. N. S. N.* XII, p. 120.
 CHODAT. Etudes de biologie lacustre. *Bull. de l'Herbier Boissier*, 1897, p. 289.
 CHOISY. Rapport... sur des observations hydrographiques. *Actes S. H. S. N.*, 1833.
 CONNE F. La valeur de l'eau du lac de N. pour l'alimentation. *S. N. S. N.* XXXII, pp. 215 et 350.
 COULON. Renseignements sur le salut [*Silurus glanis*]. *S. N. S. N.* V, p. 48.
 COULON. Evaporation du lac. *S. N. S. N.* V, p. 172.
 COULON et LADAME. Tourbe au bord du lac, en ville. *S. N. S. N.* V, p. 37.
 CORRECTION des eaux du Jura. Compte rendu de la commission intercantonale, 1874, Neuchâtel.
 CRIBLET et VAUTIER. Trombes de Grandson. *S. V. S. N.*, vol. 28, 1892.
 DELAHARPE. Ancien niveau du lac de N. *S. V. S. N.* VI, p. 98.
 DESOR, E. Physionomie des lacs suisses. *Revue suisse*, 1860.
 DESOR, E. Présomption d'un ancien niveau plus bas des lacs de Neuchâtel, Bienne et Morat. *S. N. S. N.* VIII, p. 147.
 DESOR, E. Cailloux incrustés. *S. N. S. N.* XI, p. 275.

- DUPASQUIER, L. Carte du lac et éléments de grandeur. *S. N. S. N.* XXIII, p. 252.
- DUPASQUIER, L. Le niveau des lacs de Neuchâtel, Bienne et Morat de 1891 à 1895. *S. N. S. N.* XXIII, p. 243 et XXIV, p. 197.
- DUPASQUIER L. et SARASIN. Seiches du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXI, pp. 41, 206; XXII, pp. 306, 307, 316, 318, 330; XXIII, pp. 3 et 252.
- EAUX du lac de Neuchâtel. Rapport de la commission, p. 65.
- EPPER, J. Hauteur de l'eau des lacs subjurassiens. *S. V. S. N.* XXXII, 1896.
- FAVRE, A. Sur l'origine des lacs alpins. *Archives Sc. ph. et nat.*, 1865, vol. XXII, p. 273.
- FAVRE, A. Lac postglaciaire de Soleure. *Archives Sc. ph. et nat.*, 1883, vol. X, pp. 411, 531, 601.
- FAVRE, L. Pêches extraordinaires de brèmes dans le lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXIX, p. 452.
- FOREL, F.-A. Tremblement de terre de Grandson, 22 février 1898. Raz de marée. *S. V. S. N.* XXXIV, p. V, p. XXX.
- FOREL, F.-A. Le Léman. 3 vol., 1892-1904, Lausanne.
- FUHRMANN, O. Die Entstehung des Neuenburger-, Murten-, Bieler-Sees. *Schw. Fischerzeitung*. Pfäffikon, 1894.
- FUHRMANN, O. Beiträge zur Biologie des Neuenburger-Sees. *Biol. Centralblatt* XX, p. 88.
- FUHRMANN, O. Sur les maladies des bondelles. *S. N. S. N.* XXX, p. 476.
- FUHRMANN, O. Le plancton du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXVIII, p. 86 et XXXIV, p. 305.
- FUHRMANN, O. *Triaenophorus robustus* dans les lacs de Neuchâtel et Bienne. *S. N. S. N.* XXXVI, p. 86.
- FUHRMANN, O. Un poisson hermaphrodite du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXVI, p. 82.
- FUHRMANN, O. Une maladie parasitaire des palées et des bondelles. *Bulletin suisse de pêche et pisciculture*, 1903, p. 1.
- FUHRMANN, O. Ueber eine Krankheit der weiblichen Geschlechtsorgane des Hechtes. *Allg. Fisch. Zeit.*, 1904.
- FUHRMANN, O. Ein neuer Vertreter eines marinen Turbellariengenus im Süßwasser. *Zool. Anz.*, 1904, XXVII, p. 381.
- FUHRMANN, O. Le plancton du lac de Neuchâtel. *Bulletin suisse de pêche et pisciculture*, 1902, p. 1.
- FUHRMANN, O. Sur l'origine des lacs de Neuchâtel, Morat, Bienne, avec des observations sur les pêches relatives au premier. *Bulletin suisse de pêche et pisciculture*, 1904.
- GODET, P. Sur les Anodontes du canton de Neuchâtel. *S. N. S. N.* VI, p. 71 et IX, p. 145.

- GODET, P. Sur les sondages pratiqués par Ph. de Rougemont. *S. N. S. N.* X, p. 126.
- GODET, P. Les Protozoaires neuchâtelois. *S. N. S. N.* XXVIII, pp. 61 et 252.
- GODET, P. Les Mollusques du canton de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXIV, p. 97.
- GODET, P. Supplément au catalogue des Mollusques du Jura neuchâtelois. *S. N. S. N.* XXXV, p. 106.
- GODET, P. Contribution à l'histoire des Naiades suisses. *S. N. S. N.* XXXVIII, p. 33.
- GUILLAUME, L. Trous situés au pied de la falaise des Saars. *S. N. S. N.* XI, p. 13.
- GUILLAUME, L. Sur les bandes lisses ou fontaines du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XII, p. 87.
- GUILLAUME, L. Congélation et dégel du lac de Neuchâtel en 1880. *S. N. S. N.* XII, p. 73.
- GUILLAUME, GRESSLY, GODET, GARNIER. Eponges du lac. *S. N. S. N.* VI, pp. 286, 304, 305, **405**.
- GUYOT, A. Présentation de la carte du lac. *S. N. S. N.* I, p. 113.
- GUYOT, A. Sur la carte du fond des lacs de Neuchâtel et Morat. *Mémoires S. N. S. N.* III, 1845.
- HEIM, A. Origine des grands lacs alpins. *Archives des sc. ph. et nat.*, 1892, XXVIII, p. 449.
- HIRSCH, A. Hauteur du môle, *S. N. S. N.* V, pp. 31, 171, 168, 198, 211 et VII, pp. 229, 230, 233, 302, **526**.
- HIRSCH, A. Phénomènes lumineux observés sur le lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* VI, p. 288.
- HIRSCH, A. Sur la nature des seiches. *S. N. S. N.* XI, p. 457.
- HIRSCH, A. et FAVRE L. Mirage observé sur le lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XVI, p. 281.
- JACCARD, A. Carte hydrographique du canton de Neuchâtel. *Archives sc. ph. et nat.* VIII, p. 411.
- JACCARD, A. Hydrologie du Jura neuchâtelois. *Archives sc. ph. et nat.* X, p. 524.
- KNAB. Voir Limnimètre.
- KOPP, Ch. Températures des eaux du lac. *S. N. S. N.* III, pp. 47, 117, 203.
- KOPP, Ch. Couleurs du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* III, pp. 208, 212.
- KOPP, Ch. Evaporation du lac. *S. N. S. N.* V, p. 5.
- KOPP, Ch. Variations du niveau des lacs. *S. N. S. N.* IV, p. 160; VI, p. 561; VII, pp. 110, 120, 273, 456, 513; VIII, pp. 153, 272, 482; IX, pp. 43, 193, 219, 409, 494; X, pp. 96, 110. (Voir aussi Limnimètre.)
- KOPP, Ch. Le lac de Neuchâtel. *Revue suisse* XX, 1859, p. 373.

- LADAME, H. Températures du lac. *S. N. S. N.* IV, pp. 250, 283, 429; V, pp. 141, 310, 528, 752; VI, p. 247; X, p. 29. (Voir aussi WEBER.)
- LADAME, H. Expériences faites pendant 8 ans sur la température du lac de Neuchâtel. *Actes S. H. S. N.*, 1855, p. 38.
- LADAME, H. Sur la correction des eaux du Jura et le dessèchement des marais du Seeland. *S. N. S. N.* IV, p. 301.
- LADAME, H. Nos ports et nos quais. *S. N. S. N.* XXIII, p. 46.
- Limnimètre. (KOPP, HIRSCH, RITTER, KNAB, WEBER, HIPPE.) *S. N. S. N.* VIII-IX, pp. 13, 193, 210, 214; X, pp. 5, 24, 29; XI, pp. 59, 211, 213, 403; XII, pp. 164, 419, 696, 198, 272, 334; XXVIII, p. 222.
- MAGNIN, A. Les lacs du Jura. Lyon, 1895.
- DE MEURON, P. Réflexions sur... les poissons des lacs de Neuchâtel, Morat et Bienne. *S. N. S. N.* XX, p. 157.
- MONARD, A. Le pollen des conifères. *Rameau de sapin*, 1918.
- MONARD, A. Sur la faune profonde du lac de Neuchâtel. *Revue suisse de zoologie*, 1918.
- DE MONTMOLLIN. Variations du lac de Neuchâtel pendant les années 1817-1834. *Bibl. univ.* VII, 1837; *Mémoires S. N. S. N.* I, p. 71; *Id.* 1835-1858. *Mémoires S. N. S. N.* IV.
- D'OSTERWALD. Hauteur du môle de Neuchâtel. *S. N. S. N.* V, p. 248.
- PENARD, E. Recherches sur les Sarcodinés de quelques lacs de la Suisse française et de la Savoie. *Rev. s. de zool.*, 1908, p. 441.
- PENCK et BRÜCKNER. Die Alpen im Eiszeitalter. Vol. I, 1909, p. 570.
- PERROT, L. Poissons des lacs de Neuchâtel, Morat, Bienne. Manuscrit, bibl. de Neuchâtel.
- DE PERROT, S. Données hydrologiques. *S. N. S. N.* XXV, p. 231; XXVI, pp. 251, 426; XXVII, pp. 261, 291; XXVIII, p. 222; XXIX, pp. 242, 446; XXX, p. 477; XXXIII, p. 213; XXXIV, p. 117; XXXV, p. 76; XXXVII, p. 436; XL, pp. 120, 240; XLI, p. 175.
- DE PERROT, S. Influence de la correction des eaux du Jura sur le niveau du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXX, p. 495.
- DE PERROT, S. Erosion des grèves du lac en 20 ans. *S. N. S. N.* XXXIII, p. 246.
- PIGUET, E. Oligochètes de la Suisse française. *Rev. s. de zool.*, 1906, p. 389.
- PIGUET, E. La vie au fond de nos lacs. *S. N. S. N.* XXXVIII, p. 88.
- PIAGET, J. Supplément au catalogue des Mollusques du canton de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXIX, p. 74.
- PIAGET, J. Les Linnées des lacs de Neuchâtel, Bienne, Morat. *Journal de conchylogie*, vol. LIX, 1912.

- PIAGET, J. Premières recherches sur les Mollusques profonds du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XL, p. 148.
- RENON. Sur les hauteurs du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* VIII, p. 345.
- RISLER et WALTHER. Analyse chimique du limon de quelques lacs suisses. *S. V. S. N.* XIV.
- DE ROUEMONT. Seiche dans le port de Neuchâtel *S. N. S. N.* XI, p. 436.
- RITTER, G. De l'action des vagues sur les sables, etc. *S. N. S. N.* XII, p. 114.
- RITTER, G. Sur la nature des taches du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XII, p. 158.
- RITTER, G. Projet d'alimentation de Paris au moyen d'une dérivation des eaux du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XVI, p. 155; XVII, p. 218.
- RITTER, G. Notice sur la formation des lacs du Jura, etc. *S. N. S. N.* XVII, pp. 87 et 235.
- RITTER, G. Pureté des eaux profondes des lacs suisses. *S. N. S. N.* XVII, p. 241.
- RITTER, G. Débit moyen de l'Areuse. *S. N. S. N.* XIX, p. 146.
- RITTER, G. Sur l'hydrologie neuchâteloise. *S. N. S. N.* XXVIII, p. 158.
- RITTER, G. Sur la disparition des falaises. *S. N. S. N.* XXX, p. 362.
- SARRASIN. Seiches du lac de Neuchâtel. *Archives sc. ph. et nat.* XXVIII, p. 356.
- SCHARDT, H. Notes préliminaires sur l'origine des lacs du pied du Jura suisse. *Arch. sc. ph. et nat.* V, p. 68, 1898.
- SCHARDT, H. Les vallées primitives du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXIII, p. 186.
- SCHARDT, H. et RITTER, G. Origine des lacs du pied du Jura. *S. N. S. N.* XXVI, 1898.
- SCHNEEBELI. Variations du niveau des lacs de Neuchâtel, Bienne, Morat. *S. N. S. N.* X, p. 376; XI, pp. 165, 341, 608.
- STEINER. Die von A. Monard gesammelten Nematoden der Tiefenfauna des Neuenburgersees. *S. N. S. N.* XLIII, p. 142.
- STINGELIN, Bemerkungen über die Fauna des Neuenburgersees. *Rev. s. de zool.*, t. 9, 1901.
- STUDER. Origine des lacs suisses. *Arch. sc. ph. et nat.*, 1864, XIX, p. 89.
- THIÉBAUD, M. Les Entomostracés du canton de Neuchâtel. *Annales* III, p. 184.
- THIÉBAUD, M. Les Rotateurs du canton de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XXXIII, p. 3, 1911.
- DE TRIBOLET. Sur l'origine des fausses marmites de géants des bords du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* XI, p. 529.
- Trombe sur le lac de Neuchâtel. *Bibl. univ. sc. et arts*, 1830, XLIV, p. 218.

- Trombe de brouillard du lac de Neuchâtel. *S. V. S. N.* II, 1849, p. 1.
VOUGA. Faune ornithologique du lac de Neuchâtel. *S. N. S. N.* II, p. 409.
WEBER, Rob. Températures des eaux du lac. *S. N. S. N.* XII, pp. 38 et 66.
ZSCHOKKE. Die Thierwelt der Juraseen. *Rev. s. de zool.*, 1894, II, p. 349.

B. Ouvrages de détermination.

- ANDRÉ, E. Infusoires. Cat. des Invert. de la Suisse, fasc. 6, 1912.
BLOCHMANN. Die mikroskopische Thierwelt des Süßwassers. Protozoa. 1895.
BÖHMIG. Turbellaria (Tricladida). *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 19, 1909.
BRAUER. Hydrozoa. *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 19, 1909.
BRAUER. Tardigrada. *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 12, 1909.
BRYCE. On five species of Bdelloïd Rotifera. *Journal of the Quekett micros. Club*, vol. XII, 1913, p. 83.
BRYCE. On a new classification of the Bdelloïd Rotifera. *Quekett micros. Journal*, 1910, p. 61.
BRYCE. On three new species of Callidina. *Quekett micros. Journal*, 1912, p. 365.
BÜTSCHLI. 1887-89. Protozoa. Thier-Reich.
CLAPARÈDE et LACHMANN. Etudes sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève, 1860.
COLLIN. Gastrotricha. *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 14, 1912.
COLLIN, DIEFENBACH, SACHSE und VOIGT. Rotatoria. *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 14, 1912.
FROMENTEL. Etudes sur les Microzoaires. Paris, 1874.
v. GRAFF, L. Turbellaria aus dem Thierreich. 23. Lief. et 35. Lief., 1905-1908.
v. GRAFF, L. Turbellaria (Rhabdocoelida). *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 19, 1909.
HARTMEYER. Nemertini. *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 19, 1909.
HARTMEYER. Bryozoa. *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 19, 1909.
HELLICH BOHUSLAW. Die Cladoceren Böhmens. Prague, 1877.
HEYMONS. Neuroptera. *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 7, 1909.
HOFMÄNNER et MENZEL. Neue Arten freilebender Nematoden aus der Schweiz. *Zool. Anz.* XLIV, p. 80, 1914.
HUDSON and GOSSE. The Rotifera or Wheel-animalcules. London, 1889.
JÄGERSKIÖLD. Freilebende Süßwassernematoden. *Süßwasserfauna Deutschlands*, Heft 15, 1909.

- JOHANNSON. Hirudinea. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 13, 1909.
- KAUFMANN. Cypriden und Darwinuliden der Schweiz. *Rev. s. de zool.*, 1900, t. 8.
- KAUFMANN. Die schweizerischen Cytherideen. *Rev. s. de zool.*, 1896, t. 4.
- KEILHACK. Phyllopoda. *Süsswasserfauna Deutschlands*, 1909.
- KESSLER. Ueber eine Abart von *C. staphylinus*. *Archiv. Bd. VIII*, 1912, p. 179.
- KLAPALEK. Ephemerida. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 8, 1909.
- KLAPALEK. Plecoptera. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 8, 1909.
- KOENIKE. Acarina. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 12, 1909.
- LEMMERMANN. Flagellatae I. *Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*, Heft 1, 1914.
- LILLJEBORG. Cladocera Sueciae. *Nova acta regiae Societatis scientiarum Upsaliensis*, vol. XIX, 1901, Upsala.
- LÜHE. Cestoda. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 18, 1910.
- MENZEL. Mononchus Zschokkei, etc. *Zool. Anz.*, XLII, 1913, p. 408.
- MÜLLER, G.-W. Deutschlands Süsswasser-Ostracoden. *Zoologica*, Heft 30, 1900.
- MÜLLER, G.-W. Ostracoda. *Tierreich*, 31. Lief., 1912.
- MICHAELSEN. Oligochaeta. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 13, 1909.
- PIERSIG et LOHMANN. Hydrachnidae und Halacaridae. *Tierreich*, 13. Lief., 1901.
- PENARD. Sarcodines. *Cat. des Invertébrés de la Suisse*, 1908.
- PIGUET. Oligochètes. *Cat. des Invertébrés de la Suisse*, 1913.
- ROUSSEAU. Les Hirudinées d'eau douce d'Europe. *Annales de biol. lacustre*, t. V, 1911-12, p. 259.
- ROUX. Faune infusorienne des eaux stagnantes des environs de Genève. Genève, 1901.
- SAND. Etude monographique sur le groupe des Infusoires tentaculifères. *Ann. Soc. belge de microscopie*, t. 24, 25, 26. 1901.
- SCHILLING. Dinoflagellatae. *Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*, Heft 3, 1913.
- SCHMEIL. *Deutschlands freilebende Süsswasser-Copépoden*. I. Cyclopiden, Heft 11, 1892; II. Harpacticiden, Heft 15, 1893; III. Centropagidae, Heft 21, 1896; Nachtrag, Heft 21 N, 1898. *Zoologica*.
- STEIN. Der Organismus der Infusionsthiere. 4 vol., Leipzig, 1859-1883.
- STINGELIN. Phyllopodes. *Cat. des Invertébrés de la Suisse*. Genève, 1908.
- THIÉBAUD. Copépodes. *Cat. des Invertébrés de la Suisse*. 1915.
- THIENEMANN. Ueber die Bestimmung der Chironomiden Larven und Puppen. *Zool. Anz.*, XXXIII, 1908, p. 753.
- ULMER. Trichoptera. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 5, 6, 1909.
- VAN DOUWE. Eucopépoda. *Süsswasserfauna Deutschlands*, Heft 11, 1909.

- VAVRA, V. Monographie der Ostracoden Böhmens. *Archiv der naturwiss. Landesdurchforschung von Böhmen*, VIII, 3, 1891.
VAVRA, V. Ostracoda. *Süsswasserfauna Deutschlands*, 1909.
WEBER. Faune rotatorienne du bassin du Léman. *Rev. s. de zool.*, 1898.
WEBER et MONTET. Rotateurs. Cat. des Inv. de la Suisse, fasc. 11, 1918.

C. Faunistique. Généralités.

Nota. — ZSCHOKKE a publié dans « *Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas* » une liste bibliographique complète relative à la faune profonde. Nous estimons inutile de mentionner les ouvrages cités déjà par cet auteur; la liste ci-dessous ne contient que les travaux parus depuis 1911 ou non cités par ZSCHOKKE.

- ANDRÉ, E. Recherches sur la faune pélagique du Léman, etc. *Rev. s. de zool.*, vol. 22, 1914, p. 179.
ANDRÉ, E. Contribution à l'étude de la faune infusorienne du lac Majeur. *Rev. s. de zool.*, vol. 23, 1915, p. 102.
ALMEROOTH, H. Ueber einige weitere für die Litoralregion des Genfersees neue Cladoceren. *Zool. Anz.*, Bd. XLIX, p. 245.
BORNER. Die Bodenfauna des St.-Moritzersees. Stuttgart, 1917.
BREHM, V. Ueber die Harpacticiden Mitteleuropas. *Archiv*, Bd. VIII, 1912-13, pp. 313 et 375.
BROCHER. L'aquarium de chambre. Lausanne, 1913.
COLLET. Le mode de formation et le régime des lacs suisses. *Le Globe. Mémoires*, t. LV, p. 27.
v. DADAY. Zur Kenntnis der in Süsswassern lebenden Mermithiden. *Math. u. Naturwiss. Berichte aus Ungarn*, 72. Bd., 1909, p. 214.
v. DADAY. Freilebende Süsswasser-Nemathelminthen aus der Schweiz. *Rev. s. de zool.*, vol. 19, 1911, p. 503.
DUPLESSIS. Sur les infusoires hétéotriches littoraux et profonds du Léman. *S. V. S. N.* XVI, p. 160.
DUPLESSIS. Turbellaires du Léman. *S. V. S. N.* XXX, pp. 5 et 39.
DUPLESSIS. Notice sur les Monotides d'eau douce. *Zool. Anz.*, 1885, p. 291.
DUPLESSIS. Essai sur la faune profonde des lacs de la Suisse. *Mémoires Soc. helv. sc. nat.*, 1884.
EKMAN, S. Die Bodenfauna des Vättern. *Int. Rev.*, 1915, p. 146.
EKMAN, S. Systematische und tiergeogr. Bemerkungen über eine glazialmarine Relikte. *Zool. Anz.*, XLVII, p. 260.
EKMAN, S. Allgemeine Bemerkungen über die Tiefenfauna der Binnenseen. *Int. Rev.*, VIII, p. 113, 1917.
FEHLMANN. Die Tiefenfauna des Luganersees. Leipzig, 1911.

- FELBER. Die Trichopteren von Basel und Umgebung. *Archiv für Naturgeschichte*, 74. Jahrgang, 1908.
- FOREL. Seenkunde. Stuttgart, 1901.
- FOREL. La faune profonde des lacs suisses. *Mémoires Soc. helv. sc. nat.*, 1884.
- FUHRMANN. Recherches sur la faune des lacs alpins du Tessin. *Rev. s. de zool.* IV, p. 489.
- GRAETER. Die Copepoden der Umgebung von Basel. *Rev. s. de zool.*, t. 11, 1903, p. 419.
- HACHET-SOUPLET. La genèse des instincts. *Bibl. de Phil. sc.*, Paris, 1912.
- HEINRICHS. Hirudineen der Umgebung von Bern. Hanovre, 1905.
- HENTSCHEL. Das Leben des Süßwassers. Munich, 1909.
- HERR, O. Die Phyllopodenfauna der pr. Oberlausitz. Görlitz, 1917.
- HOFMÄNNER. Contribution à l'étude des Nématodes libres du Léman. Genève, 1913.
- HOFMÄNNER et MENZEL. Die freilebenden Nematoden der Schweiz. *Rev. s. de zool.*, t. 23, 1915. p. 109.
- V. HOFSTEN. Neue Beobachtungen über die Rhabdocölen und Allöocölen der Schweiz. *Zoologiska Bidrag fram Uppsala*, 1911.
- V. HOFSTEN. Zur Kenntnis der Tiefenfauna des Brienzer- und des Thuner-Sees. *Archiv* VII, p. 2, 1911.
- V. HOFSTEN. Revision der schweizerischen Rhabdocölen und Allöocölen. *Rev. s. de zool.*, vol. 20, 1912, p. 543.
- KEILHACK. Bemerkungen über die Verbreitung einiger Chydorinen. *Int. Rev.*, vol. III, 1910-1911, p. 543.
- KOLLWITZ et MARSON. Oekologie der tierischen Saprobien. *Int. Rev.*, 1909, II, p. 126.
- MENZEL. Ueber die mikroskopische Landfauna der schweizerischen Hochalpen. Berlin, 1914.
- MICOLETZKY. Die freilebenden Süßwassernematoden des Ostalpen. *Sitzber. der kkg. Akad. Wiss.*, Wien, 1913.
- MONARD, A. La profondeur des lacs et leur origine glaciaire. *S. N. S. N.* 1918, t. XLIII.
- PELSENEER. L'origine des animaux d'eau douce. Bruxelles, 1906.
- PIAGET, J. Les récents dragages malacologiques dans le Léman. *Journal de Conchylogie*, LX, 1912.
- PIAGET, J. Nouveaux dragages malacologiques dans la faune profonde du Léman. *Zool. Anz.*, vol. XLII, 1913, p. 216.
- PIAGET, J. Les mollusques sublittoraux du Léman. *Zool. Anz.*, 1913, vol. XLII, p. 615.
- DE RIBEAUCOURT. Faune lombricide de la Suisse. *Rev. s. de zool.* IV, 1896.
- ROSZKOWSKY. Notes sur les Limnées profondes du lac Léman. *Zool. Anz.* XL, 1912, p. 375.

- ROSZKOWSKY. Contribution à l'étude des Linnées du lac Léman. *Rev. s. de zool.*, vol. 22, 1914.
- SCHMASSMANN. Beitrag zur Kenntnis des Mermithidae. *Zool. Anz.* XLIV, p. 396.
- STEINER, G. Biologische Studien der Seen der Faulhornkette. *Int. Rev.*, 1911.
- STEINER. Ein Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt des Zürichersees. *Archiv*, Bd. VIII, 1913, p. 451.
- STEINER. Freilebende Nematoden aus der Schweiz. *Archiv*, Bd. IX, p. 420.
- STEINER. Ueber das Verhältnis der marinen freilebenden Nematoden zu denen des Süßwassers. *Biol. Zentralbl.*, Bd. 37, 1917, p. 196.
- STEINMANN et SURBECK. Die Wirkung organischer Verunreinigungen auf die Fauna, etc. Berne, 1918.
- THIENEMANN. Der Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers und der Zusammensetzung der Tiefenfauna unserer Seen. *Int. Rev.*, VI. Bd., 1913, p. 243.
- WEGELIN. Beitrag zur Egelfauna des Thurgau. *Mitt. der Thurg. Naturgesellschaft*, Heft 19.
- WEIGOLD. Biologische Studien an Lyncodaphniden und Chydoriden. *Int. Rev. suppl.* III.
- WALTER, C. Notizen über die Süßwasserformen der Halacariden. *Archiv*, Bd. IX, 1914, p. 277.
- WALTER, C. Schweizerische Süßwasserformen der Halacariden. *Rev. s. de zool.*, 1917, p. 411.
- ZSCHOKKE. Die Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas. *Monographie d. Int. Rev.*, Bd. IV, 1911.
- ZSCHOKKE. Leben in der Tiefe der Subalpinen Seen Ueberreste der eiszeitlichen Mischfauna weiter. *Archiv*, Bd. VIII, 1912, p. 109.
- ZSCHOKKE. L'histoire de la faune suisse depuis l'époque glaciaire. *Le Globe. Mémoires*, t. LVI, 1917.
-

TABLE

	Pages		Pages
Introduction	65	Oligochètes	133
Historique	67	Hirudinées	139
I. Le lac		Cladocères	141
Description géographique	69	Ostracodes	149
Origine et histoire du lac	71	Copépodes	155
Niveaux anciens	75	Amphipodes	162
Régime hydrographique	75	Acariens	163
Conditions physiques et chimiques	77	Tardigrades	170
Limon	79	Larves d'insectes	170
		Gastéropodes	174
II. Technique		Lamellibranches	179
Drague	84	Bryozoaires	183
Recherche des animaux	85	IV. Les résultats généraux	
Recherche des Rhizopodes	86	1. Sommutation des groupes	185
Criblage	87	2. Distribution des espèces	188
Conservation	87	a) Distribution horizontale	188
Dragages	89	La Motte	191
III. La Faune		Le cône de l'Areuse	193
Flagellés	94	b) Distribution verticale	196
Rhizopodes	94	c) Groupement des espèces	197
Infusoires	100	d) Variations dans le temps	201
Hydrozoaires	105	3. Comparaison des faunes littorale et profonde	202
Turbellaires	106	4. Comparaison avec d'autres lacs	203
Cestodes	117	5. Les facteurs du peuplement	209
Rotateurs	118	6. Origine de la faune profonde	213
Gastrotriches	121	7. Les principes faunistiques	216
Nématodes	122	Bibliographie	226
Nématomorphes	132		
Némertiens	132		

BATHYNELLA CHAPPUISI nov. spec.

UNE NOUVELLE ESPÈCE DE CRUSTACÉ CAVERNICOLE

PAR

THÉODORE DELACHAUX

Assistant au laboratoire de Zoologie de l'Université de Neuchâtel



1. Introduction.

Dans une note sur la morphologie de *Bathynella* et de quelques crustacés voisins, W.-T. CALMAN [4] ¹ dit : « La récente redécouverte de *Bathynella natans* par P.-A. Chappuis (1914-1915) jette enfin une lumière nouvelle sur l'un des plus remarquables parmi les crustacés vivants. Pendant les 30 ans qui se sont écoulés depuis la première description de Vejdowski (1882) d'après deux exemplaires provenant d'un puits de Prague, ce petit animal n'a été retrouvé par aucun naturaliste. Il y a à peu près 18 ans, il me fut possible d'ajouter quelques nouveaux détails par l'étude du seul exemplaire conservé et malgré son triste état (1899).² »

Rares sont en effet les traités de zoologie qui ont fait une place quelconque à ce petit crustacé, vénérable cependant par sa parenté qui remonte tout droit à l'époque carbonifère. Il fait partie d'un groupe actuellement réduit à quelques espèces vivant en Australie et en Tasmanie et que l'on a réunies avec les espèces fossiles sous le nom de *Syn-caridés*.

On voit par là toute l'importance de l'heureuse découverte de P.-A. Chappuis qui retrouva il y a quelques années cette bête énigmatique dans un puits près de Bâle. Il en fit une belle étude morphologique, biologique et systématique qui parut dans *Zoologische Jahrbücher* (1915) [2]. Mais, comme si un mauvais destin poursuivait cette espèce, le puits de Bâle fut comblé peu après et l'unique localité connue détruite !

¹ Les chiffres entre [] correspondent à ceux de la liste des ouvrages consultés (page 256).

² Traduit de l'anglais.

Il fut réservé à Chappuis de retrouver *Bathynella* pour la troisième fois et cette fois-ci en terre neuchâteloise ; ce fut dans la Grotte de Ver, située dans les Gorges de l'Areuse entre Boudry et Champ-du-Moulin¹. J'eus le plaisir d'y accompagner M. Chappuis dans une de ses excursions. Nous y fîmes dès lors quelques recherches personnelles et y récoltâmes à diverses reprises le crustacé en question.

Dès le début nous fûmes frappés par quelques différences morphologiques avec la description de *Bathynella* de Bâle, ce qui nous engagea à en faire une étude comparative plus serrée.

Le 2 juin 1918, nous faisons part à M. Chappuis de nos observations en disant « qu'une nouvelle variété s'impose, peut-être même une nouvelle espèce ? » Mais je ne voulais rien entreprendre sans l'assentiment de l'auteur de la découverte qui avait lui-même aussi remarqué quelques différences entre les animaux des deux provenances. M. Chappuis, senti à cet endroit, voulut bien me permettre la publication de cette étude, tout en m'incitant sagement à ne rien précipiter. Dès ce moment, le nom de la nouvelle espèce était trouvé, car il était tout naturel de la dédier à celui qui en avait fait la découverte et qui en même temps avait consacré un beau travail à la première espèce du genre.

Je me bornerai dans ce travail à l'étude et à la description de l'espèce en la comparant à l'espèce de Bâle ; je tâcherai de compléter sur quelques points les études précédentes. Quant aux questions de systématique et de classification pour lesquelles ce travail donnera certainement de nouveaux points de vue, nous les laissons à dessein de côté, sachant que M. Chappuis en fera lui-même incessamment une étude plus approfondie.

Je me fais un devoir de remercier tout spécialement M. Chappuis pour l'abandon de sa trouvaille ainsi que pour tout l'appui qu'il m'a prêté au cours de ce travail par la communication de la littérature traitant du sujet et par l'envoi de matériel de comparaison.

Je remercie également M. le prof. O. Fuhrmann ainsi que mes camarades du Laboratoire de zoologie, MM. le Dr F. Rosen, Dr M^{ce} Weber et Dr A. Monard, pour l'aide bienveillante qu'il m'ont donnée à diverses occasions dans mes recherches.

¹ Le Club des Amis de la Nature de Neuchâtel publiera prochainement dans le *Rameau de Sapin* une description et les plans de la Grotte de Ver.

2. Morphologie externe.

a. Apparence extérieure. (Pl. I.)

D'apparence extérieure, ce petit crustacé se présente sous une forme cylindrique et vermiforme, à peine plus large dans la partie abdominale contenant l'appareil sexuel. Il n'y a pas de différenciation dans les segments thoraciques et abdominaux qui se ressemblent entre eux, sauf pour le segment terminal qui porte les uropodes et les deux plaques du telson. Il n'existe pas de carapace. Le tégument externe est extrêmement mince et fragile, rendant la fixation et les préparations totales au baume ou à la glycérine très difficiles. L'animal, qui est absolument incolore et transparent, se présente dans l'eau sous forme d'un petit filament blanchâtre de 1 à 1^{mm},12 de longueur (mesure prise sans les antennes ni les épines du telson).

Comparée à l'espèce de Bâle, celle de la Grotte de Ver est plus élancée, et, tandis que la première va en s'élargissant jusqu'au bout, la seconde se termine en fuseau.

Avec une faible loupe déjà on distingue facilement les mâles des femelles par la présence chez les premiers d'une région tout à fait transparente dans le milieu de leur longueur correspondant aux deux vésicules de l'appareil sexuel. Les femelles adultes se distinguent aussi par la présence dans l'abdomen d'un gros œuf d'un blanc opaque.

b. Segmentation.

La segmentation est dans les grandes lignes tout à fait la même que dans l'espèce de Bâle, aussi n'y reviendrons-nous pas. Seule la tête (fig. 8) de notre espèce présente à ce point de vue un intérêt tout spécial, par le fait qu'elle montre à un plus haut degré encore les caractères primitifs décrits par Calman [4]. Dans notre espèce, la tête est plus allongée et la partie en arrière du sillon mandibulaire (mandibular groove de Calman) est beaucoup plus grande que chez *Bathynella* de Bâle. Ce sillon mandibulaire correspond à un renforcement chitineux qui, vu de profil, descend depuis le sommet de la tête obliquement en avant, puis se dirige verticalement entre la mandibule et la première maxille où il forme en se bifurquant un rebord du tégument. En avant, ce renforcement se perd rapidement, tandis qu'en arrière il s'élargit

encore jusqu'à la hauteur de la face antérieure de la seconde maxille où il s'arrête brusquement et se termine en une pointe dirigée vers le haut dans une direction parallèle au sillon mandibulaire.

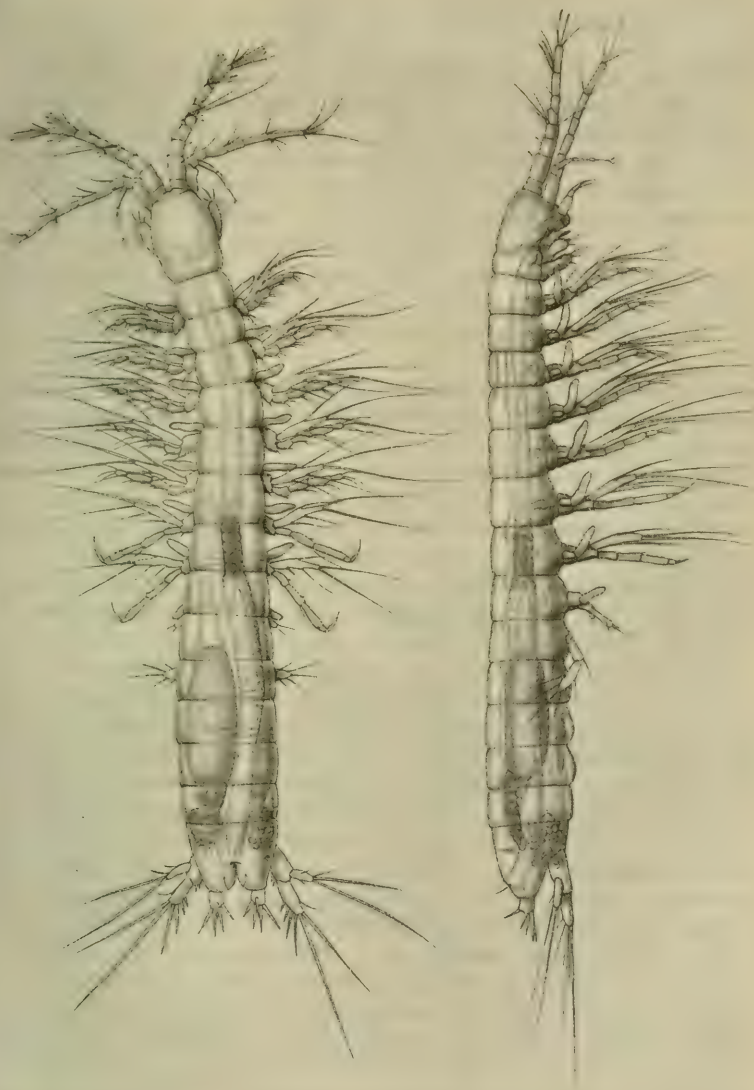
CALMAN [4] attache avec raison une grande importance, au point de vue phylogénitique, à ce sillon mandibulaire existant chez tous les syncaridés ainsi que chez d'autres crustacés, et qui marque une séparation entre la partie naupliaire et la partie post-naupliaire. Il est évident, comme cet auteur l'indique, que la fonction de cet épaississement chitineux est de servir de point d'appui aux mandibules et de support aux muscles de la tête. C'est probablement cette fonction qui est la cause de la conservation de cette trace de segmentation primitive. Pour la même raison, nous pouvons envisager cette baguette chitineuse qui sépare les deux maxilles comme l'indication de la segmentation primitive de cette région. *Bathynella chappuisi* présente donc là un caractère primitif disparu chez l'espèce de Bâle et qui ne se retrouve pas non plus, à notre connaissance du moins, chez les autres syncaridés.

c. Appendices.

Bathynella chappuisi nov. sp. se distingue de l'autre espèce non seulement par une plus grande sveltesse du corps, mais aussi par des appendices plus longs et mieux développés.

Les antennules (première paire) mesurent 2,75 fois la hauteur frontale de la tête. (Exemplaires de Bâle, 2,5 fois.) Le dernier article est particulièrement long et compte 5 fois son diamètre (chez *Bath.* de Bâle, il mesure 3 fois son diam.). Les bâtonnets sensoriels sont très développés et sont de deux sortes : de longs bâtonnets hyalins et fusiformes avec bouton réfringent au bout au nombre de 4 sur l'avant-dernier article et de 3 sur le dernier. Sur les premier, second et troisième articles, il y a respectivement 1,1 et 2 bâtonnets courts, de diamètre égal et tronqués au bout.

La deuxième antenne qui, chez *Bath.* de Bâle, atteint à peine la base du dernier article de l'antennule, est, chez notre espèce, de même longueur que celle-ci. Tous les segments sont proportionnellement plus longs. L'exopodite, comme l'a signalé Chappuis, porte 2 soies dont l'une est un organe sensoriel de forme tout à fait spéciale (fig. 9). Très large à sa base, cette soie va en s'amincissant graduellement jusqu'à son extrémité où elle se divise en deux branches ramifiées à leur



Vue dorsale

Vue de côté

Pl. I. *Bathynella chappuisi* nov. spec. ♀

tour. Au milieu de sa longueur, le tronc présente un élargissement en forme d'amande dont le contenu est transparent et réfringent.

Nous pouvons confirmer absolument l'hypothèse de Chapuis au sujet de la nature sensitive de cette soie qui est peut-être encore mieux développée chez notre espèce que chez celle de Bâle. Quant à savoir de quelle nature elle est, nous ne pouvons émettre que des suppositions, mais sa position normale immédiatement en avant de l'appareil buccal, semble bien indiquer qu'il s'agit d'un organe gustatif ou olfactif.

Quant aux pièces buccales, elles ont été soigneusement décrites par CHAPPUIS [2] et par CALMAN [4] et ne présentent pas de différences notables, aussi les passerons-nous sous silence.

Les pattes sont de même conformation dans les deux espèces, mais offrent des différences très appréciables dans leur développement. A en juger par les pattes et la longueur des soies, notre espèce doit être certainement bien meilleure nageuse que celle de Bâle. Chez cette dernière, par exemple, les soies terminales de l'exopodite de la cinquième paire n'atteignent pas deux fois la longueur de l'exopodite lui-même, tandis que chez *B. chappuisi* ces soies sont 2,5 fois plus longues que l'exopodite. Proportionnellement, cette longueur est encore plus grande si nous tenons compte du fait que cet exopodite de la première est d'un tiers plus court que celui de la seconde espèce. La huitième patte de la femelle, si réduite chez l'espèce de Bâle, est beaucoup plus développée chez la nôtre et sa longueur va 1,7 fois dans celle de la patte précédente (chez l'espèce de Bâle, elle y va 2,25 fois).

L'unique paire de pléopodes, située sur le premier segment abdominal, est également un peu plus longue. Les sacs branchiaux qui se trouvent au nombre de 2 à chaque patte sont conformés de la même façon dans les deux espèces. Chez *B. chappuisi*, ils sont beaucoup plus longs ; ils atteignent la longueur du basipodite ou la dépassent même. Une différence sensible doit être notée pour les uropodes (fig. 10). Ceux-ci sont beaucoup plus richement armés que dans *Bathynella natans* de Bâle. Le basipodite porte 6 fortes épines (une seule fois, nous n'en avons compté que 4). La branche externe porte 5 soies, dont deux distales, deux du côté externe et une du côté interne. La branche interne en porte sept, deux distales, une externe et quatre internes.

Les deux plaques du telson sont armées de la même façon dans les deux espèces, toutefois chez la nôtre toutes

les 5 épines sont à peu près de même longueur, tandis que dans l'espèce de Bâle, l'une des épines est sensiblement plus longue que les autres. Nous retrouvons ce caractère chez notre espèce dans les stades jeunes sans uropodes ; mais à mesure que les uropodes se développent, les épines du telson diminuent proportionnellement. Dans les stades jeunes, cette épine remplace peut-être provisoirement les uropodes dans leur fonction de soutien ou de gouvernail.

3. Anatomie interne.

a. *Péricarde, cœur et système circulatoire.*

CHAPPUIS [2] parle de l'extrême délicatesse du tissu dont est composé le cœur qu'il n'a jamais retrouvé dans les coupes, malgré la bonne conservation des autres organes. CALMAN [4], d'autre part, met en doute l'interprétation que le premier donne de cet organe et croit que la veine postérieure pourrait être plutôt un prolongement du cœur. Nous nous sommes efforcés de revoir avec un soin particulier cet organe dans notre espèce, tant sur des exemplaires vivants que sur des individus fixés et colorés en préparations totales de préférence, les coupes ne nous ayant pas non plus donné de résultats utiles.

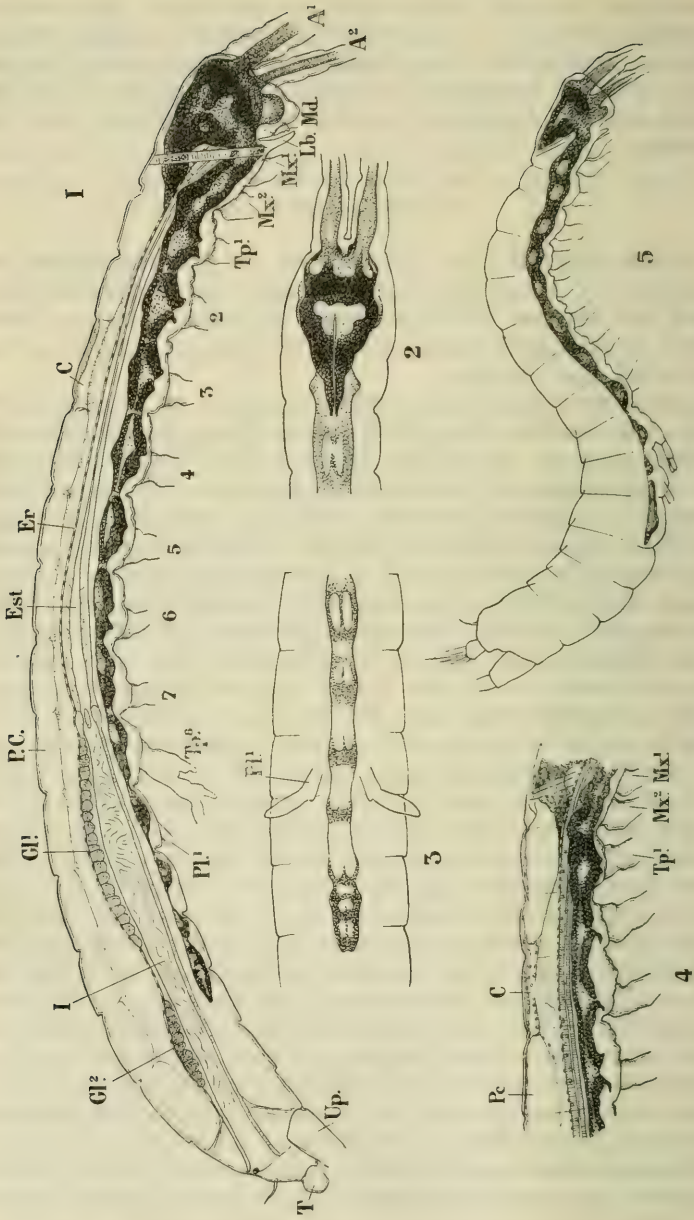
Nous avons tout d'abord constaté une différence dans la position du cœur entre les deux espèces. Chappuis indique comme position du cœur le quatrième segment thoracique. Dans notre espèce, le cœur (fig. 1 et 4) occupe la fin du deuxième et tout le troisième segment thoracique. Puis, ce cœur, au lieu d'être court et globuleux, est au contraire allongé en forme de tube présentant une valvule à chaque bout. Quant à des vaisseaux en avant et en arrière, nous n'avons pas réussi à en constater. En avant et en arrière de ce cœur tubuleux, nous ne voyons que la cavité du péricarde qui s'étend sur toute la longueur de l'animal, cavité qui ne contient, outre le cœur, que la musculature dorsale des segments. Nous avons, sur des exemplaires vivants, pu vérifier le courant sanguin venant d'arrière en avant comme l'indique Chappuis. Il nous semble donc que dans l'espèce que nous étudions, le système circulatoire soit complètement lacunaire. Sur les individus vivants, il est même souvent impossible de constater autre chose que les deux valvules, tandis que sur des préparations colorées on aperçoit une concentration de

noyaux à la place du cœur et parfois même une déformation du contour dorsal du segment correspondant. Mais, malgré toutes nos recherches et le matériel abondant, nous n'avons jamais réussi à constater la structure histologique des parois du cœur à l'ordinaire si clairement indiquée chez les crustacés.

b. *Tube digestif.*

Le tube digestif a été décrit dans ses grandes lignes par CHAPPUIS [2], aussi nous contenterons-nous de signaler seulement les légères différences qui existent entre les deux espèces et de préciser quelques points que les auteurs précédents n'ont pas signalés.

A l'état de repos, le tube digestif (fig. 1) se présente sous forme d'un cordon très étroit et rectiligne jusque dans le septième segment thoracique. Il n'y a pas de limite distincte entre l'œsophage et l'estomac et nous pouvons considérer comme tel la partie comprise dans les sept premiers segments thoraciques. Sur les individus vivants, on observe dans le sixième segment chez la ♀ et le septième chez le ♂ (dans l'espèce de Bâle entre le cinquième et le septième) une région riche en petits globules graisseux que nous devons envisager comme étant la seule partie entodermique du tube digestif. Elle est formée de quatre séries longitudinales de grosses cellules glanduleuses, une dorsale, une ventrale et deux latérales. A la suite de cette région commence un intestin d'un diamètre beaucoup plus gros. En coupe, il présente une section ovale avec le plus grand axe vertical. Cet intestin débute par une valvule musculaire à quatre renflements, dont un supérieur, un inférieur et deux latéraux. Ses parois sont fortement plissées jusqu'au commencement du dernier segment abdominal ; de là, il se continue par une partie lisse de même diamètre jusqu'à l'anus situé entre les deux plaques du telson. Chappuis indique que la partie dorsale de l'intestin est recouverte d'une épaisse couche glanduleuse. Nous avons remarqué que cette couche glanduleuse, et cela aussi bien dans l'espèce de Bâle que dans la nôtre, est divisée en deux régions distinctement séparées par un espace nu qui se trouve à la hauteur du troisième segment abdominal. Aussi bien sur les préparations totales que sur les coupes, ces glandes paraissent avoir la même structure histologique ; mais nous croyons pouvoir les envisager comme les restes de deux organes distincts ayant peut-être la même



(Voir légende des figures à la page 247.)

origine que les diverticules dorsaux du tube digestif de *Anaspides tasmaniae* (G. SMITH) [5]. Il est probable que la nourriture très spéciale de ces animaux est d'une assimilation facile et ne demande de la part du tube digestif qu'un effort très réduit. Nous n'avons en effet jamais trouvé autre chose dans le tube digestif qu'une espèce de rhizopode du genre *Trinema*, et cela parfois en grand nombre.

c. Appareil sexuel.

L'appareil sexuel de *Bathynella* est extrêmement simple et se compose dans les deux sexes d'une paire de glandes simples prenant naissance dans le dernier segment abdominal et se dirigeant de chaque côté du corps en avant en ligne droite jusqu'au sixième segment thoracique chez la femelle et jusqu'au huitième chez le mâle. De là, les conduits sexuels se dirigent en décrivant un coude pour descendre aux ouvertures sexuelles situées, chez la femelle dans le sixième segment thoracique, et chez le mâle dans la huitième paire de pattes thoraciques.

Chez la ♀, la huitième paire de pattes ne joue aucun rôle sexuel, aussi est-elle très réduite, surtout dans l'espèce de Bâle chez laquelle elle n'est plus qu'à l'état de moignon, tandis que chez notre espèce cette réduction est moins sensible. Chez le mâle, par contre (fig. 6 et 7), cette paire de pattes joue le rôle d'un véritable pénis de forme compliquée, présentant un aspect très différent dans les deux espèces, tout en étant composé des mêmes éléments. Le conduit sexuel vient s'ouvrir au sommet d'un mamelon du premier article

1. *Bathynella chappuisi* nov. spec. ♂

Coupe optique montrant le système nerveux, le tube digestif et le cœur.

A¹ = première antenne. — A² = seconde antenne. — Md = Mandibule. — Mx¹ = 1^{re} maxille. — Mx² = 2^{me} maxille. — Lb. = Labrum. — Tp.¹⁻⁸ = Thoracopodes. — Pl¹ = Pléopode. — Up. = Uropode. — T = Telson. — Gl¹ et Gl² = Glandes de l'intestin. — Est. = Estomac. — C. = Cœur. — Pc = Cavité du pericarde. — Ep. = Epithélium du tube digestif.

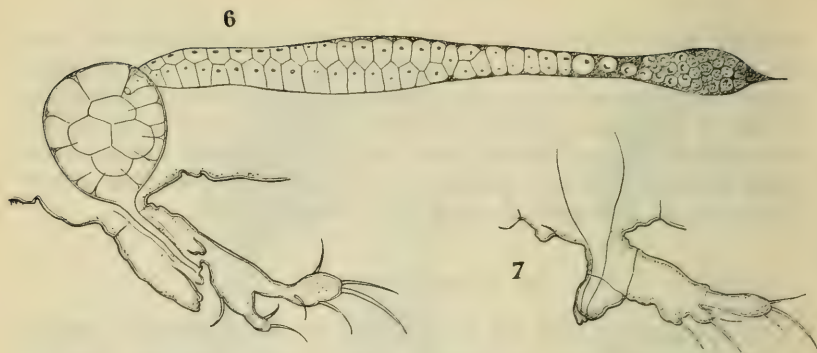
2. *Id.* — Tête, face dorsale, ganglion cérébral.

3. *Id.* — Les 3 derniers segments thoraciques et les 3 premiers segments abdominaux, face ventrale, montrant la terminaison de la chaîne ganglionnaire.

4. *Id.* — Partie postérieure de la tête et les 4 premiers segments thoraciques avec le cœur.

5. *Bathynella natans* Vejd. (de Bâle).

Système nerveux.



6. *Bathynella chappuisi* nov. spec.

Appareil sexuel ♂ avec 8^{me} patte thoracique transformée en organe copulateur.

7. *Bathynella natans*, Vejd. (de Bâle).

8^{me} patte thoracique ♂ transformée en organe copulateur.

du protopodite. Chez *Bathynella* de Bâle, ce mamelon est dirigé en avant, tandis que le reste de la patte se dirige en arrière à angle droit par rapport à lui (fig. 7). Dans notre espèce, cette partie du protopodite est plus longue et conserve la direction de la patte entière. Toute la patte semble richement innervée, particulièrement la partie terminale portant des soies courbées dans divers sens (fig. 6).

Une particularité de notre espèce réside encore dans la présence d'une grosse vésicule de structure vacuolaire située au bout du spermiducte et avant son entrée dans le protopodite de la huitième patte. Cet appareil, que nous considérons comme une vésicule séminale et probablement comme un appareil éjaculatoire (fig. 6), n'a pas été observé par Chappuis. Le mâle, que cet auteur a eu l'obligeance de nous soumettre, ne présente à cet endroit qu'un léger renflement du conduit sexuel. Tous les mâles que j'ai eu l'occasion d'examiner et provenant de la Grotte de Ver présentaient cette vésicule si développée qu'on la voyait même avec une faible loupe.

Signalons encore une particularité chez la ♀ de notre espèce. Quoique les deux ovaires soient développés, il ne se produit jamais qu'un seul œuf mûr et cela toujours du côté gauche. Il semble donc que les œufs produits par l'ovaire droit soient résorbés par suite du milieu précaire et peu favorable. *Bathynella* de Bâle, par contre, possède généralement deux œufs bien développés.

d. *Système excréteur.*

Le système excréteur a été étudié minutieusement par CHAPPUIS [2] et nous ne pouvons que confirmer ses résultats. L'organe principal est la glande maxillaire avec son organe pulsatile dans la seconde paire de maxilles. Tandis que le canal néphridien est situé chez l'espèce de Bâle dans les quatre premiers segments thoraciques, il n'occupe chez la nôtre que les deux premiers.

A la base de chacune des premières antennes se trouve une petite glande, à laquelle Chappuis attribue également un rôle excréteur. Dans chaque segment du corps se trouve en outre une paire de nephrocytes et dans le dernier segment il y a deux grosses glandes qui débouchent dorsalement à la base des uropodes.

e. *Système nerveux.*

(Fig. 1 à 5.)

Grâce à la transparence de nos exemplaires, nous sommes en mesure de compléter les indications de Chappuis sur le système nerveux de *Bathynella* et nous pouvons en même temps remarquer des différences sensibles de ces organes dans les deux espèces.

L'aspect général du système nerveux frappe à première vue par ses dimensions considérables en proportion de la grandeur de l'animal, fait dans lequel nous pouvons voir un résultat de la dégénérescence et de la réduction de l'espèce.

Le ganglion cérébral forme une masse compacte remplissant toute la tête en avant des sillons mandibulaires et des deux grands faisceaux musculaires auxquels ils servent d'appui. Les préparations au carmin alcoolique avec acide chlorhydrique permettent de distinguer une différenciation très nette entre les concentrations superficielles de cellules nerveuses et de la masse fibreuse centrale. De la partie frontale partent deux paires de gros nerfs, la première dans les antennes, la seconde dans les antennes. La masse ganglionnaire la plus forte se trouve située en arrière des nerfs des antennes et se prolonge en forme de calotte à la face dorsale de la tête. Dans sa partie antérieure, cette masse présente un léger étranglement. Une seconde paire de lobes se trouve immédiatement en dessous des premiers et correspond à la deuxième paire d'antennes. De chaque côté et en arrière des premiers se trouve un lobe présentant une forme tubulaire

avec un arrangement en rosette des cellules périphériques que nous n'hésitons pas à identifier avec les lobes optiques rudimentaires. Ces lobes se prolongent dorsalement en une grosse masse qui semble se terminer en arrière par une double pointe dépassant le segment céphalique et entrant dans le premier segment thoracique. Ces deux petites masses triangulaires se présentent cependant sur plusieurs préparations comme étant tout à fait indépendantes des lobes optiques. Elles prennent naissance plus au centre du ganglion cérébral. Leurs terminaisons postérieures viennent s'appuyer directement sur le tube digestif dans la partie antérieure du premier segment thoracique et semblent se terminer par un nerf. Cette partie postérieure du cerveau paraît manquer chez *Bathynella natans* provenant de Bâle et chez laquelle la masse cérébrale se termine nettement dans le plan des grands faisceaux musculaires obliques. Sous les lobes des antennes, le cerveau se prolonge dans le rostre ou lèvre supérieure par une double protubérance.

La commissure est large et courte, enveloppant exactement l'œsophage. Le ganglion sous-œsophagien est nettement composé de trois paires de ganglions correspondant aux mandibules et aux deux paires de maxilles. Sa partie postérieure est élargie et forme deux ailettes qui remontent légèrement des deux côtés de l'œsophage et rejoignent les deux lobes postérieurs du cerveau.

La chaîne ventrale est forte et très compacte dans les huit segments thoraciques. Dans la région abdominale il y a, comme Chappuis l'a déjà indiqué, une forte réduction de la chaîne ventrale. Dans notre espèce, le premier segment abdominal possède, en même temps qu'une paire de pléopodes, un ganglion bien développé. Le segment suivant possède un ganglion déjà réduit et qui se trouve dans sa partie antérieure. Le ganglion du troisième segment est en partie engagé dans le segment précédent. Les ganglions des quatrième, cinquième et sixième segments sont réunis en une seule masse chevauchant les troisième et quatrième segments et se terminent à peu près au milieu de ce dernier.

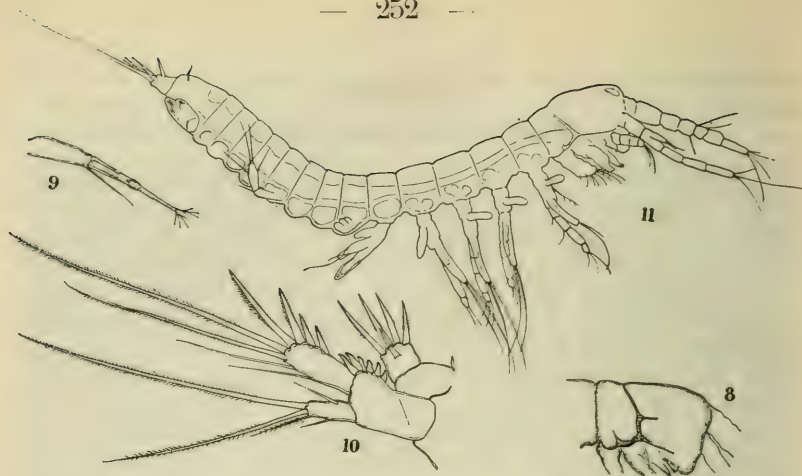
Chez *Bath. natans* de Bâle (fig. 5), cette réduction des ganglions de la région abdominale est beaucoup plus poussée encore : il ne s'y trouve que deux ganglions libres, tandis que les quatre derniers sont fusionnés et s'arrêtent dans le deuxième segment abdominal. Dans notre espèce, on peut encore distinguer les composants primitifs de cette partie terminale, ce qui ne peut plus se faire dans la seconde espèce.

4. Biologie.

a. *Habitat, alimentation, mœurs.*

Bathynella a été trouvée les deux premières fois dans des puits : la première fois par Vejdowski à Prague en 1880, la seconde fois par Chappuis à Bâle en 1913. Ce dernier la découvrit enfin dans la Grotte de Ver où il eut l'obligeance de nous la signaler. Elle y vit dans de petits bassins ou gours au pied de parois à concrétions calcaires dans une eau claire et froide variant de 3°,5 à 6° centigrades. Le fond de ces bassins est essentiellement composé d'une boue argileuse très ténue et de couleur jaune. La faune y est pauvre et se compose de quelques Copépodes (Cyclops et Harpacticides, un rotateur aveugle du genre *Catypna*, d'un oligochaete et de rhizopodes). Nous pouvons faire remarquer l'absence de *Nyphargus* qui habite presque toutes les grottes du voisinage et nous pensons que c'est là une condition d'existence pour *Bathynella* qui serait une proie facile pour ce carnassier. Nous n'avons jamais rencontré autre chose dans l'intestin de *Bathynella* que des rhizopodes du genre *Trinema* ; il est probable que ce protozoaire forme sa principale nourriture et qu'il le découvre au moyen de ces curieux organes sensoriels en forme de petits balais qu'il porte à la seconde paire d'antennes et qui frôlent le sol en avant de la tête. Il est probable que Chappuis a vu juste en voulant essayer de nourrir ses *Bathynella* avec des *Diffugia* et que si son expérience n'a pas réussi, le mauvais résultat en était imputable à une autre cause que celle qu'il indique. Il faut remarquer cependant que le genre *Diffugia* est représenté aussi dans la Grotte de Ver et que malgré cela nous n'en avons jamais constaté la présence dans le tube digestif de *Bathynella*.

Si la plupart des cavernicoles terrestres se distinguent par des mouvements lents et paresseux, il n'en est pas de même pour les aquatiques. Notre crustacé tout spécialement se distingue par des allures extrêmement vives, ce qui rend son étude sur le vivant très difficile. Il est continuellement en mouvement et ses mouvements sont saccadés et rapides. Il nage fort bien et très élégamment, probablement mieux que son parent de Bâle dont les pattes sont moins développées. Il se retourne brusquement sur lui-même, en coup de fouet et sans avoir changé de place, sa tête se trouve subitement où se trouvait sa queue l'instant d'avant. La nage se fait au moyen d'un mouvement ondulatoire de toutes les pattes tendues horizontalement.



8. *Bathynella chappuisi* nov. spec.

Tête montrant le sillon mandibulaire avec son épaissement chitineux formant en arrière un second sillon maxillaire.

9. *Id.* — Exopodite de la 2^{me} antenne avec son organe sensoriel.

10. *Id.* — Uropode et Telson — face ventrale.

11. *Id.* — Stade jeune à 4 paires de pattes thoraciques.

Nos essais de culture ne nous ont pas donné de résultats jusqu'ici et le plus longtemps que nous ayons pu conserver des individus vivants au laboratoire à une température de 8° à 10° fut un mois. Aussi n'avons-nous jusqu'ici pas eu la chance de pouvoir observer le développement complet de ce petit crustacé, ni étudier de plus près ses mœurs.

b. Développement.

Dans l'étude du développement, il y a actuellement encore une grosse lacune que nous ne désespérons pas de pouvoir combler un jour. Nous avons vu plus haut qu'un seul œuf se développe à la fois et qu'il atteint dans le corps de la mère de très fortes dimensions. Dès ce moment, nous ne savons rien jusqu'à un jeune stade de *Bathynella* ayant tout à fait l'aspect de l'adulte et possédant quatre paires de pattes (fig. 11). CHAPPUIS décrit ce stade d'après un individu trouvé par lui [2]. Nous avons trouvé de ce même stade quatre individus, puis un individu à cinq paires de pattes développées et un autre possédant six paires de pattes. Comme nous allons

le voir, nous croyons que depuis ce plus jeune stade à quatre paires de pattes, nous possédons la série complète du développement, tandis qu'il nous manque sans doute encore des stades inférieurs. Ce qui est intéressant à constater, c'est que le développement n'est pas le même dans les deux espèces. Les différences principales consistent dans le fait que le stade à quatre paires de pattes de notre espèce présente des uropodes à l'état d'ébauche (les uropodes, dans l'espèce de Bâle, sont déjà développés dans le stade correspondant), tandis que les deux branches du telson portent des épines très développées.

Bâle	Grotte de Ver
I. (1 individu). 4 premières pattes thor. développées. 5^{me} p. à 2 branches non segmentées. 6^{me}, 7^{me} et 8^{me} non développées. Pléopode développé. Uropode » 1^{re} antenne 6 art. 2^{me} » 5 »	I. (4 individus). 4 premières pattes thor. développées. 5^{me} p. à 2 branches non segmentées. 6^{me} p. sous forme de mamelon trilobé. Pléopode développé. Uropode à l'état d'ébauche. 1^{re} antenne 6 art. 2^{me} » 6 »
II. (1 individu)¹. 5 premières p. de pattes. 6^{me} à 2 branches non segm. 7^{me} et 8^{me} non développées. Pléopodes et uropodes. 1^{re} antenne 7 art. 2^{me} » 6 » Chaîne gangl. jusque dans le 4^{me} segm. abd.	II. (1 individu). 5 premières p. de pattes. 6^{me} à 2 branches non segm. 7^{me} et 8^{me}, mamelons trilobés. Pléopodes et uropodes. 1^{re} antenne 7 art. 2^{me} » 7 »
¹ Préparation communiquée par M. Chappuis.	III. (1 individu). 6 p. de pattes développées. 7^{me} et 8^{me} à 2 branches non segmentées. Chaîne gangl. occupant les 4 premiers segm. abd. (2 gangl. dans le 3^{me} et 2 gangl. dans le 4^{me} segm.).

La cinquième paire se présente avec son protopodite portant deux branches non segmentées. Pour les pattes suivantes, l'espèce de Bâle ne présente que des mamelons sans différenciation visible ; chez la nôtre, par contre, et cela également dans les stades à cinq paires de pattes, la paire suivante est déjà nettement visible dans un mamelon trilobé. Le tableau de la page précédente montrera d'une façon plus claire le développement parallèle des deux espèces.

Il est probable que les pattes des septième et huitième paires dans notre espèce se complètent dans la même mue et que nous sommes en présence du stade précédent l'adulte.

Chappuis a déjà attiré l'attention sur le fait anormal du pléopode qui se trouve développé complètement avant l'apparition d'une partie des pattes thoraciques. Il est curieux également de constater le développement tardif des uropodes qui se fait chez la plupart des crustacés à un stade plus jeune.

D'après CHAPPUIS [2], *Bathynella* présenterait un cycle annuel avec apparition de mâles au mois de novembre. Il y aurait donc une saison morte pendant laquelle l'espèce se conserverait au moyen d'« œufs d'hiver ». Chappuis n'a malheureusement pas pu pousser ses investigations à fond et nous ne sommes pas non plus en mesure de combler cette lacune.

Dans la Grotte de Ver, *Bathynella* a l'air de se comporter différemment et c'est dans le courant de juin que l'espèce se montre assez subitement en grand nombre.

Cependant les deux sexes sont représentés à toutes les époques de nos examens à peu près en nombre égal avec une très légère prédominance des mâles.

	1918			1919		
	23 mai	13 juin	22 nov.	1 ^{er} juin	19 juin	14 juillet
♀ adultes . .	2	4	3	6	14	8
♀ jeunes . .	—	6	—	—	—	—
♂ adultes . .	2	12	1	7	14	13
♂ jeunes . .	—	3	—	—	—	—
Stades jeunes	1	3	3	—	1	—
Total	5	28	7	13	29	21

Ces pêches ont été faites au moyen d'un même petit filet à plankton et en procédant de la même façon.

Ces chiffres n'ont cependant pas d'autre prétention que de donner une idée approximative, la quantité d'eau filtrée n'ayant pas été mesurée et le niveau des divers bassins ayant changé sensiblement d'une fois à l'autre.

5. Résumé des caractères distinctifs des deux espèces.

	B. natans (Bâle)	B. chappuisi n. sp.
<i>Forme générale</i>	trappue, allant en augmentant jusqu'au bout.	grêle, légèrement fusiforme.
<i>Tête</i>	courte, sillon mandibulaire rapproché de la partie postérieure.	allongée, sillon mandibulaire plus en avant.
<i>Pattes</i>	basipodite + exopodite = hauteur d'un segment, soies termin. de l'exop. 5 ^{me} p. moins de deux fois la longueur de l'exop.	basipodite + exopodite = $1\frac{2}{3}$ la haut. d'un segm. soies termin. de l'exop. 5 ^{me} p. dépassant $2\frac{1}{2}$ fois la longueur de l'exop.
<i>Sacs branchiaux (epipodites)</i>	dépassement à peine la moitié du basipodite.	aussi longs ou plus longs que le basipodite.
8 ^{me} patte ♀	très réduite.	moins réduite.
8 ^{me} patte ♂	mamelon avec canal déférent dirigé en avant et à angle droit sur l'axe de la patte.	mamelon avec canal déférent dans l'axe de la patte.
<i>Uropodes</i>	basipodite, 3-4 épines. entopodite, 5 appendices. exopodite, 3 »	basipodite (4-) 6 épines. entopodite, 8 appendices. exopodite, 5 »
<i>Telson</i>	une épine beaucoup plus longue que les autres.	toutes les épines à peu près de même longueur.
<i>Soie anale</i>	forte.	frêle.
<i>Cœur</i>	court, dans le 4 ^{me} segm. thorac.	long, occupant la fin du 2 ^{me} segm. et tout le 3 ^{me} .

6. Remarques générales.

L'intérêt qu'il y avait à retrouver une seconde forme du genre *Bathynella* est d'autant plus grand que nous sommes en présence d'une espèce possédant des caractères plus primitifs encore que la première.

Bathynella natans Vejdowski de Prague est-elle identique à *B. natans* de Bâle ? C'est une question que l'on peut se poser maintenant, étant donné que la description de la première a été faite sur un seul exemplaire mal conservé. Il serait donc d'un grand intérêt de retrouver également cette forme. Nos démarches dans ce sens n'ont malheureusement abouti à aucun résultat pendant ces années de guerre.

Au point de vue de la classification, sans vouloir entrer dans les détails, il nous semble que le genre *Bathynella* doit être plus nettement séparé des autres *Syncaridés* dont il se distingue par divers caractères morphologiques très accusés. Une simple division en famille au même titre que les autres, comme le fait CALMAN [4], ne nous paraît pas suffisante et nous nous rattacherions plus volontiers à l'opinion de CHAPPUIS [2] qui avait créé un sous-ordre des *Bathynellacea*. Nous renvoyons le lecteur aux travaux cités de CHAPPUIS et de CALMAN pour la discussion de la systématique, et nous laissons au premier de ces auteurs le soin de reprendre encore une fois l'étude de cette question.

Ouvrages consultés.

1. P.-A. CHAPPUIS. Ueber die systematische Stellung von *Bathynella natans* Vejd. Zool. Anz., Bd. XLIV, 1914.
 2. Id. *Bathynella natans* und ihre Stellung im System. Zool. Jahrb., Bd. 40, H. 1/2, 1915.
 3. W.-T. CALMAN. On the Characters of the Crustacean Genus *Bathynella*, Vejd. Linnean Soc. Journ., vol. XXVII, 1899.
 4. Id. Notes on the Morphology of *Bathynella* and some allied Crustacea. The Quarterly Journ. of Micr. Sc., vol. 62, part. 4, 1917.
 5. G. SMITH. On the Anaspidacea, living and fossil. The Quarterly Journ. of Micr. Sc., vol. 53, 1909.
 6. W. KUENZL. Ein neuer Fund von *Bathynella natans*. (Manuscrit.)
-

APPENDICE

Le travail ci-dessus était à l'imprimerie lorsque nous apprîmes par les journaux qu'une nouvelle trouvaille de *Bathynella* venait d'être annoncée à la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à Lugano en septembre. Mis en rapport avec l'auteur de cette découverte, M. le Dr Walter Kuenzi, de Berne, nous avons pu facilement nous convaincre par la description, le dessin et l'exemplaire conservé que celui-ci a mis obligeamment à notre service, qu'il s'agissait de notre nouvelle espèce, *Bathynella chappuisi*. Nous exprimons ici notre vive gratitude à M. Kuenzi pour la façon désintéressée avec laquelle il nous a abandonné son intéressante trouvaille, ainsi que son manuscrit dont nous reproduisons ici les principaux faits.

M. le Dr Kuenzi, chargé par le service des eaux de la ville de Berne d'une étude biologique de son réseau, recueillait, le 15 août dernier, au moyen d'un filet à plankton, dans une conduite collectrice située à environ 15 kilomètres de Berne, dans la direction sud-sud-ouest, un exemplaire de *Bathynella*. Celui-ci se trouvait en compagnie de *Nyphargus aquilex*, de diverses espèces de *Canthocamptus* et d'Ostracodes, d'Oligochètes et de Nématodes. Dans le voisinage, aucun autre individu de *Bathynella* ne put être capturé, malgré la grande richesse de la faune en d'autres espèces, parmi lesquelles il faut citer *Asellus cavaticus*, *Cyclops fimbriatus*, divers rotateurs et des Hydracarinae. La région explorée se trouve sur la ligne de Schwarzenburg dans le district d'Ackenmatt. La température à l'endroit de la capture était de 10°,6 C. ; elle peut varier durant l'année entre 5° et 12° C. L'exemplaire trouvé mesurait vivant 697,5 μ . Il vécut jusqu'au 18 août à une température qui monta jusqu'à 23° C. On ne pouvait constater que des mouvements très faibles du corps et des extrémités.

M. Kuenzi ne croit pas que d'autres exemplaires de ce crustacé aient échappé à ses investigations et il suppose qu'il s'agit d'un individu égaré, entraîné hors de son habitat normal par le courant de la source.

Il croit que *Bathynella* doit habiter des cavités souterraines en communication avec les sources, cavités qui sont hors de la portée du filet à plankton. Malgré toutes ses recherches dans les réservoirs avant et après cette capture, et mal-

gré qu'il ait cherché *Bathynella* dès le commencement de ses études dans les sources, aucun autre exemplaire n'a pu être découvert.

M. Kuenzi attribue la déformation et le raccornissement de l'individu conservé dans la glycérine-gélatine à la mauvaise qualité de cette dernière. Pour ma part, je puis assurer que cette mésaventure n'est imputable qu'à la fragilité de l'animal qui ne supporte la conservation dans la glycérine qu'à condition de se servir d'une solution extrêmement diluée pour commencer, solution qu'il faut laisser évaporer pendant plusieurs jours. Nous avons obtenu les meilleurs résultats avec une fixation au sublimé acétique alcoolique à une température de 40-50°. Coloration au carmin à l'acide chlorhydrique et montage dans le baume avec essence de girofles.

L'exemplaire de M. Kuenzi, malgré son mauvais état de conservation, présente tous les caractères (du moins tous ceux qui sont encore visibles !) de *Bath. chappuisi* nov. spec. Il s'agit d'un jeune mâle ayant subi toutes ses mues. La longueur des antennes et des pattes sont caractéristiques. La huitième patte correspond à celle de la forme de la Grotte de Ver. Les épines des uropodes et celles du telson sont tout à fait identiques et en nombre égal à celles de notre espèce.

Cette trouvaille vient donc fort à propos confirmer l'opportunité qu'il y avait à créer une nouvelle espèce ; car, tant que nous n'avions qu'une localité à signaler on aurait pu supposer une variabilité étendue de la même espèce. Les deux localités sont distantes de 45 kilomètres ; elles sont séparées par le lac de Neuchâtel et la vallée de la Broye.

Par contre, la distance entre Bâle et les deux localités précédentes est de 75 kilomètres. Elles sont en outre séparées de la première par la chaîne du Jura qui semble ainsi marquer la vraie limite entre les deux espèces.

Il faut attendre maintenant de nouvelles trouvailles qui, seules, pourront confirmer ou infirmer cette hypothèse.

Neuchâtel, le 8 octobre 1919.

RECHERCHES

SUR

LE DÉVELOPPEMENT DES CESTODES

II. Le cycle évolutif de la Ligule

et quelques questions générales sur le développement des Bothriocéphales

PAR

Dr FÉLIX ROSEN

Laboratoire de zoologie de l'Université de Neuchâtel

Dans mes recherches sur le cycle évolutif des Bothriocéphales, j'ai écrit à propos de la Ligule : « *Je peux dire dès maintenant que la Ligula effectue une triple migration.* Dans le premier hôte intermédiaire se développe un procercoïde semblable à ceux des Bothriocéphales segmentés. » J'exprimais à ce propos l'espoir de publier bientôt en détail les résultats de mes observations¹.

La *Ligula simplicissima* vit à l'état adulte dans l'intestin des oiseaux aquatiques (*Colymbus cristatus*, *Anas boschas*, *Mergus merganser*, etc.). L'infection se produit par l'ingestion du poisson blanc (*Gobio fluviatilis*, *Abramis brama*, *Leuciscus rutilus*, etc.) dont la cavité coelomique héberge ce parasite à l'état de plérocercœide. Autant que l'examen de ces

¹ Les recherches en question étaient faites en partie déjà en automne 1918. Je n'ai pas pu alors publier en détail les résultats de ces recherches, étant donné le manque de matériel et surtout le fait que l'infection du poisson n'était pas réalisée.

Depuis lors, ayant eu bonne connaissance de mon travail dès le 24 décembre 1918, JANICKI a publié, au mois de juillet 1919, une note sur la Ligule (*Corr.-Blatt für Schweizer-Aerzte*, n° 25) en se gardant bien de mentionner ce fait. Le procédé est d'autant plus digne d'être souligné, que J. a fait ses expériences après l'apparition de mon travail (le 15 janvier 1919 seulement). — Par hasard, et comme c'était le cas avec le Trienophore, un malheur lui est arrivé. En poursuivant le développement de l'oncosphère dans un copépode (*Diaptomus gracilis*), qui n'est pas le véritable hôte intermédiaire (j'ai eu soin de ne pas le nommer dans mon travail précédent !), il n'a pu observer qu'un procercoïde anormal (v. p. 268).

oiseaux et de ces poissons a pu me convaincre, l'infection a lieu pendant toute l'année. Une fois arrivé dans l'intestin des oiseaux, le parasite devient mûr dès le troisième jour et la production des œufs commence. Éliminés avec les excréments, ils tombent dans le lac, se développent ensuite et donnent naissance à des coracidies ciliées. Le parasite lui-même ne séjourne que deux à trois jours encore dans l'intestin des oiseaux, puis il est expulsé avec les excréments : d'où la difficulté, pour procéder à des expériences, de trouver des oiseaux infectés et surtout une Ligule justement en possession des œufs mûrs. Dans le laboratoire, cultivés dans les plaques de Petri à une température moyenne de 20-22°, le développement embryonnaire s'accomplit dans une dizaine de jours.

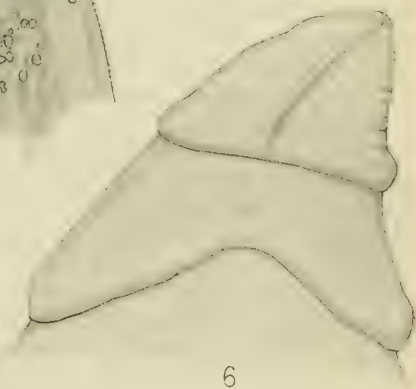
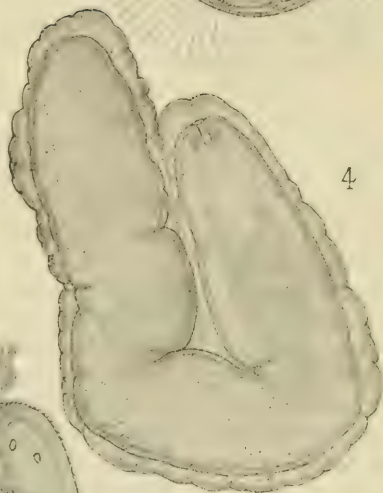
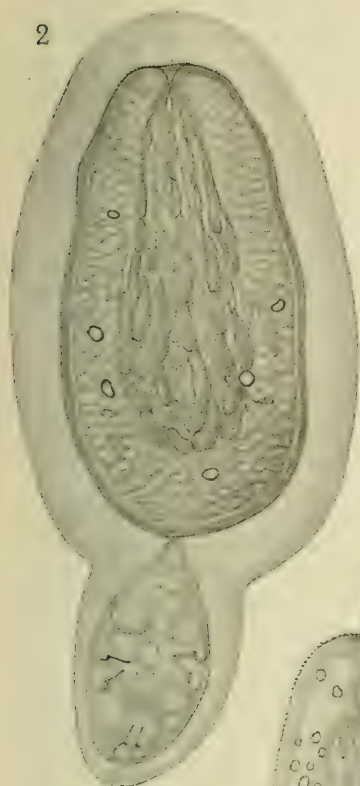
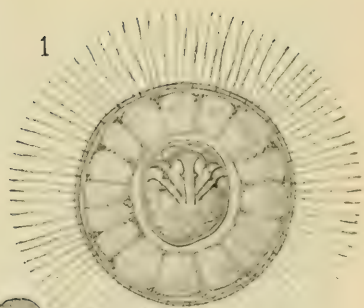
La Coracidie.

Aussitôt éclore, la coracidie nage dans l'eau grâce aux cils, régulièrement distribués à sa surface. Son mouvement est très lent, même en comparaison avec celle de *D. latus*. Comme celles d'autres espèces de Bothriocéphales, elle se gonfle par un séjour prolongé dans l'eau et atteint un diamètre de 50 μ . Elle ressemble le plus à la coracidie du *D. latus*, mais est pourtant encore plus délicate et plus transparente (fig. 1).

La coracidie est formée d'une oncosphère entourée d'une enveloppe embryonnaire. L'oncosphère se compose d'un certain nombre de cellules homogènes et de 3 *cellules granuleuses, très réfringentes*, dont les granulations sont mobiles. Trois paires de crochets se trouvent dans un des secteurs de la sphère. Ils sont fixés comme le montre fig. 1, p. 23 (resp. 259) loc. cit. L'oncosphère, encore entourée de l'enveloppe embryonnaire, accomplit de faibles mouvements, qui s'accroissent lors de sa libération. Cette enveloppe est com-

PLANCHE (dessinée d'après le vivant par M. Th. Delachaux).

1. Coracidium qui vient d'éclore ($\times 580$).
2. Procercoïde extrait de la cavité coelomique du *Cyclops strenuus* ($\times 400$).
3. Le scolex du procercoïde en mouvement ($\times 570$).
4. Le procercoïde après sa pénétration dans la cavité du corps du poisson ($\times 80$).
5. Le scolex du même avec réceptacles glandulaires, montrant l'élimination de gouttelettes par la bothridie ($\times 250$).
6. Le scolex de l'adulte ($\times 8$).



posée d'une seule couche de cellules dont les limites se distinguent facilement. Elle est bordée d'une membrane interne et d'une membrane externe, cette dernière *cutinisée*. Sous la cuticule se trouvent *des corpuscules basaux* d'où s'élèvent les cils, qui traversent la cuticule et se prolongent à l'extérieur. Ces cils sont de grandeur égale et régulièrement distribués.

Cette structure et ce genre de vie de la coracidie, tout à fait semblables à celle du *D. latus*, avait fait prévoir que le premier hôte intermédiaire était probablement le même que celui du *D. latus*. Effectivement, *Cyclops strenuus* et *Diaptomus gracilis* se sont trouvés infectés. Mais, comme je l'expliquerai plus loin, seuls *les Cyclops doivent être envisagés comme les hôtes intermédiaires des Bothriocéphales*.

Après que la coracidie a été avalée par un *Cyclops*, elle perd son enveloppe embryonnaire. L'oncosphère délivrée devient très mobile et traverse rapidement la paroi intestinale (voir la description de ce phénomène p. 22, resp. 258, loc. cit.). Quelques heures après l'infection, on en trouve déjà dans la cavité générale. Là se passe son développement en procercoïde, qui s'accomplit dans ses grandes lignes comme chez les autres Bothriocéphales *segmentés*. Le dixième jour après l'infection, le parasite mesure 0^{mm},2. On aperçoit alors, dans l'état d'extension de l'oncosphère, ses deux pôles qui se transforment en appendice sphérique et en scolex avec l'invagination terminale. Dix jours après, la différenciation des deux pôles est accomplie. L'appendice caudal (muni des crochets embryonnaires) s'étrangle de plus en plus. Sa séparation du reste du corps achevée (un tout fin pédoncule lie l'un à l'autre), il reste mobile et se présente tantôt sous la forme sphérique, tantôt sous la forme d'un ellipsoïde, cette dernière étant très caractéristique pour l'espèce (fig. 2). Parallèlement à la formation de l'appendice se développe la bothridie apicale. La faible dépression du sommet marquée déjà dès le dixième jour après l'infection, s'approfondit en un canal aussi large que celui de *D. latus*, mais moins profond. Autour de cette dépression apparaissent des raies longitudinales, qui ne tardent pas à s'accentuer et se laissent reconnaître comme des conduits glandulaires avec leurs cellules correspondantes. Ces dernières, plus grandes que chez les autres procercoïdes connus, sont groupées autour de la bothridie et y aboutissent. Une particularité du procercoïde de la *Ligula* c'est qu'au milieu de ce groupement se trouve un réceptacle avec un court canal, qui semble être en contact

d'un côté avec les glandes, de l'autre avec la bothridie (voir fig. 5). Je suppose que ce réceptacle est en rapport avec la formation également particulière à cette espèce, d'une *enveloppe mucilagineuse*, qui se forme à la fin du développement du procercoïde (fig. 2).

Arrivé au terme de son développement, le procercoïde ressemble beaucoup à celui de *D. latus*. La cuticule s'est renforcée considérablement et s'est recouverte entièrement de soies rigides, qui sont plus grandes autour de la bothridie terminale et deviennent de plus en plus petites en s'approchant de l'appendice caudal, qui en est privé.

Recourbées et dirigées en arrière sur le corps, en avant dans l'enfoncement terminal, ces soies sont d'une grandeur toute particulière autour du scolex, dépassant par leurs dimensions celles de tous les procercoïdes décrits déjà précédemment.

A travers la cuticule, on aperçoit les corpuscules calcaires en nombre très restreint et en grande partie de dimensions minimes. La musculature longitudinale et transversale est bien développée.

A la fin du développement, les *trois cellules particulières de l'oncosphère* se multiplient considérablement. On voit alors le parenchyme divisé en deux parties : une périphérique, formée du parenchyme proprement dit, et une partie centrale composée de cellules à gros corpuscules. Cette masse centrale occupe à peu près les trois quarts du corps. Elle est piriforme, sa partie rétrécie tournée vers le scolex. (Quant à la nature de cette partie centrale, j'ai exprimé déjà l'idée qu'il s'agit de l'intestin rudimentaire des cestodes (loc. cit. p. 43, resp. 279). La structure particulière du procercoïde de la Ligule semble confirmer particulièrement ce point de vue.)

Tel est le développement de la Ligule dans son premier hôte intermédiaire. Il s'accomplit en trois semaines environ et le parasite ainsi formé à partir de l'oncosphère, qui mesurait $25\ \mu$ à peu près, mesure maintenant $0^{\text{mm}},35-0^{\text{mm}},4$. Entouré de son enveloppe mucilagineuse, il flotte dans la cavité de son hôte. Extrait de celui-ci et délivré de son enveloppe, il exécute de forts mouvements péristaltiques, de même que des déplacements assez considérables, le scolex en avant (fig. 3). Il change de forme, passant de l'ovoïde à l'ellipsoïde, la bothridie s'invagine et se dévagine alternativement, en un mot il présente toutes les particularités des autres procercoïdes.

La quantité de parasites logés dans la cavité d'un *Cyclops* ne dépasse pas 3 (forte infection).

L'infection du poisson

par le procercoïde de la *Ligula simplicissima* a été essayée et réussie comme chez les *D. latus* et *T. nodulosus*. Voici à ce sujet provisoirement quelques détails.

Un petit nombre de jeunes goujons (*Gobio fluviatilis*) furent nourris de *Cyclops infectés*. Ayant très peu de matériel à disposition, je ne les ai examinés que 17 jours après l'infection, au moment où j'espérais trouver les parasites à la périphérie de la musculature stomacale. Mais c'était trop tard et je ne les retrouvai que dans la cavité du corps. Ils mesuraient 2-2^{mm} $\frac{1}{2}$ de longueur et leur aspect général était toujours celui d'un procercoïde. L'invagination terminale était mieux développée, plus large et plus profonde ; le système excréteur déjà fortement ramifié ; les corpuscules calcaires considérablement multipliés ; le revêtement de soies cuticulaires toujours présent, mais difficile à constater à cause des gouttelettes réfringentes qui les masquent (voir plus loin), comme c'est le cas chez *Tr. nodulosus*. Le parasite marque avec évidence la division du tissu en une partie centrale composée de cellules à gros corpuscules et en une partie périphérique formée du parenchyme proprement dit. La cuticule se renforce toujours de plus en plus. Trois à quatre mois après l'infection, les deux bothridies — la dorsale et la ventrale — apparaissent.

A part le fait que le parasite, quoique déjà dans la cavité du corps du poisson, présente encore l'état d'un procercoïde (le *D. latus* ne pénètre dans la cavité du corps qu'en état de plérocercœide), une autre particularité le caractérise encore : la Ligule est entourée d'un mucus épais et sa superficie, surtout à la partie antérieure, est couverte de gouttelettes d'apparence grasseuse. Il est évident que cette enveloppe homogène est formée par la production constante de ces gouttelettes produites par les glandes du parasite¹. Il est assez remarquable que cette élimination se fait surtout par la bothridie terminale. Peu à peu, quand le parasite grandit et que la cuticule devient plus forte, l'élimination des gouttelettes cesse et le mucus autour du parasite devient moins considérable, sans toutefois disparaître complètement. C'est ce mucus qui est la cause que lorsqu'il est mis dans l'eau le pléro-

¹ J'avoue avoir omis d'examiner la nature chimique de cette enveloppe.

cercarioïde de la Ligule détache une membrane, qu'on a considérée à tort jusqu'ici comme la désagrégation de sa cuticule.
En décrivant l'année passée

L'infection du poisson par le procercoïde du
Triaenophorus nodulosus

je prévenais le lecteur que je ne donnais pour le moment que quelques indications générales, qui consistaient dans l'observation que pendant le développement du procercoïde en plérocercarioïde aucun des caractères du premier ne se perd : ni les soies cuticulaires, ni l'invagination terminale ne disparaissent¹. Mais je n'ai pas pu alors entrer dans les détails des phénomènes accompagnant l'enkystement, n'ayant pas résolu la question de savoir quelle part prennent le tissu environnant et le parasite à cette formation². Or mes recherches sur la Ligule me permettent maintenant d'aborder cette question.

Chez le *Tr. nodulosus*, dont le procercoïde pénètre dans le foie du poisson et y accomplit son développement en plérocercarioïde, l'enkystement est précédé par la production de gouttelettes.

Ces gouttelettes, comme on l'a vu plus haut chez la Ligule, forment ensuite un mucus épais autour du parasite. Chez la *Ligula*, le phénomène s'arrête là, tandis que chez le *Tr. nodulosus*, qui a pénétré dans le foie du poisson, il se forme un kyste entourant le parasite avec le mucus. D'où je conclus que seule la production du mucus est l'œuvre du parasite et que ce mucus, en irritant le tissu environnant, provoque de sa part la formation du kyste.

¹ Depuis longtemps déjà ces soies persistantes étaient décrites comme des formations papillaires chez le *T. nodulosus* aussi bien que chez le *D. latus*. (Tout récemment encore, JANICKI a donné une description pareille pour le premier.) Quant à l'invagination terminale elle a passé inaperçue aussi bien chez les plérocercarioïdes que chez les Bothriocéphales adultes.

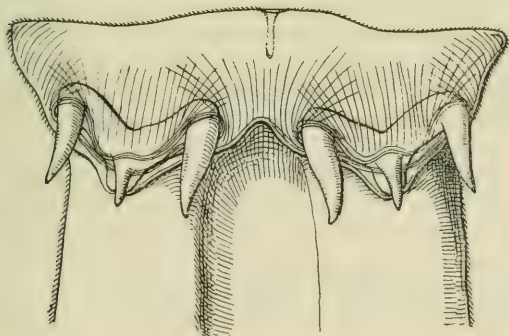
² Mes doutes ne concernaient naturellement pas le kyste proprement dit. Celui-ci, formé de tissu conjonctif, ne peut être que l'œuvre de l'hôte : Les enveloppes des parasites habitant la cavité coelomique des poissons, sont formées exclusivement de mucus et ne présentent jamais des formations kystiques, le parasite n'étant pas entouré par le tissu de son hôte (voir p. ex. les *Trématodes*). — Les observations défectueuses de JANICKI à propos de la formation du kyste chez le plérocercarioïde du *Tr. nodulosus* ont été suffisamment mises au point dans mon travail précédent (p. 62, resp. 298) ; l'exposé dans le chapitre « L'enkystement chez les Cestodes » fera ressortir plus encore la justesse des reproches faits à cet auteur.

Revenant à la Ligule, je constate que le mucus est chez elle beaucoup plus abondant que chez le *Tr. nodulosus* et qu'une bonne partie de celui-là est éliminée par la bothridie terminale (v. p. 265), fait que je n'ai pas remarqué chez le dernier. Je m'explique cette différence en constatant chez le procercoïde de la Ligule la présence d'un réceptacle glandulaire situé au milieu des glandes disposées autour de la bothridie terminale. Ce réceptacle (fig. 5) facilite l'élimination des gouttelettes par cette dernière. (On conviendra que ce fait renforce particulièrement la supposition que la masse centrale du procercoïde est un rudiment intestinal, puisque la bothridie terminale est directement en relation avec lui.)

Je clos pour le moment ma description et donne

1° un dessin de la tête de la Ligule adulte, car il n'existe pas un dessin adéquat (fig. 6) ;

2° un dessin de la tête du *Triaenophorus nodulosus*, afin de montrer que l'invagination terminale et les soies cuticulaires sont des formations constantes dans toutes les phases du développement des parasites et non des particularités du procercoïde seulement. (Voir figure ci-dessous.)



Considérations générales.

Depuis que j'ai publié mes dernières recherches, certaines observations sur les développements des Bothriocéphales ont abouti à des résultats intéressants et inattendus. Je rends compte de ceux-ci d'une façon sommaire et très serrée, ce qui rendra la lecture peut-être un peu difficile.

Les hôtes intermédiaires des Bothriocéphales.

Les nombreuses recherches sur les hôtes intermédiaires des Bothriocéphales m'ont amené à reviser les indications données jusqu'ici à ce sujet et à tracer le *Diaptomus gracilis* de la liste de ces hôtes, en réservant ce rôle exclusivement aux Copépodes habitant le fond et la zone littorale du lac.

Déjà en 1917, j'ai remarqué une différence entre les procercoïdes du *D. latus*, suivant qu'ils provenaient de la cavité du corps d'un *Cyclops* ou d'un *Diaptomus*. Les procercoïdes extraits de ce dernier avaient l'air peu vivaces en comparaison de ceux du *Cyclops*. Je n'ai alors pas insisté sur ce fait, mais la différence très marquée que montrent les procercoïdes de la *Ligula* selon leur hôte a définitivement attiré mon attention. En effet, non seulement l'aspect général des procercoïdes est différent, mais même les détails de leur organisation. Ceux qui se développent dans le *Diaptomus gracilis* sont moins grands. Extraits de leur hôte et délivrés de leur enveloppe mucilagineuse, ils sont moins vivaces que ceux qui proviennent du *Cyclops strenuus*. Leur forme est plus ramassée, la partie postérieure étant renflée. L'invagination terminale est peu mobile, plus petite et les soies cuticulaires ne sont que faiblement développées. Il est évident que le *Diaptomus gracilis* ne joue pas le rôle du premier hôte intermédiaire chez les Bothriocéphales. D'ailleurs en observant les coracidies et surtout celles de la Ligule, on voit qu'elles s'élèvent à peine du fond du récipient où on les cultive¹. Le *Diaptomus gracilis* étant une forme exclusivement pélagique, il faut, en prenant en considération les faits susmentionnés, rayer ce copépode de la liste des hôtes. Par contre il est vraisemblable que d'autres espèces de *Cyclops* (*fimbriatus*, *serulatus* et autres espèces habitant le fond du lac) peuvent servir de premier hôte intermédiaire chez les Bothriocéphales.

L'infection du poisson par les Bothriocéphales.

Parmi les procercoïdes des Bothriocéphales, deux espèces, en infectant les poissons, traversent leur paroi intestinale et pénètrent dans la cavité du corps : ce sont *D. latus* et la *L. simplicissima*. En décrivant dans le mémoire précédent le

¹ Un cm. à peu près. Les coracidies ciliées des autres Bothriocéphales s'élèvent à peine à une vingtaine de centimètres de hauteur.

développement du premier, j'ai remarqué que le temps nécessaire au parasite pour arriver à l'extérieur de cette paroi varie. Plus le poisson est âgé et plus sa musculature intestinale est épaisse, plus aussi le temps de pénétration est prolongé. La vitesse de pénétration dépend encore de l'endroit où le parasite se fixe dans l'intestin, car l'épaisseur de celui-ci varie dans son parcours. Elle dépend enfin de l'espèce de poisson, dont l'épaisseur de la paroi intestinale diffère. Pour la *Ligula*, la vitesse de pénétration se règle de la même façon. Mais tandis que ce parasite arrive dans la cavité du corps du poisson *encore à l'état de procercoïde*, s'entoure de mucus et, isolé de cette façon, poursuit son développement en plérocercœide, — le cas se présente autrement pour le *D. latus*. Le développement de celui-ci en plérocercœide se poursuit justement *pendant la traversée de la paroi intestinale du poisson*, de sorte qu'il arrive dans la cavité du corps déjà à l'état de plérocercœide, apte à vivre dans ce milieu sans aucun isolement¹. Quelle que soit donc la vitesse de la traversée de la paroi intestinale, les procercoïdes du *D. latus* doivent pendant ce temps accomplir² leur développement en plérocercœides.

Il est donc évident que la durée de cette traversée est déterminée dans chaque cas où le développement se poursuit normalement. Et comme cette durée dépend de l'épaisseur de la paroi intestinale, *seules les parties de l'intestin qui ont des parois d'une forte épaisseur lui offriront effectivement la possibilité d'un développement normal*. Or la paroi stomacale remplit par excellence cette condition.

La question se pose donc de savoir si les procercoïdes du *D. latus* pénètrent dans la cavité du corps du poisson exclusivement par la paroi stomacale et, dans le cas contraire, ce qu'il leur advient.

Déjà lors des premiers essais d'infection de poisson par les procercoïdes de *D. latus* (1917), mon attention fut attirée sur le fait que ceux-ci se trouvent tout le long du tube intestinal du poisson et *pénètrent également dans la paroi de l'intestin grêle*. Mais malgré le nombre considérable de poissons (du lac) examinés à ce point de vue, je n'ai pu les observer que dans la paroi stomacale (comme le représente la fig. 5, pl. I, loc. cit.). Ce phénomène m'est resté alors incompris jusqu'au jour où l'examen attentif de gros brochets m'a mon-

¹ Les glandes qui produisent le mucus disparaissent une fois le plérocercœide formé. (V. mémoire précédent p. 280 ou 44).

² Normalement.

tré que leur paroi intestinale proprement dite était parsemée de plérocercoides de *D. latus*, entièrement formés et prêts à entrer dans la cavité du corps. Le fait que parmi les différentes espèces de poissons, examinés en nombre considérable, seul le brochet présente l'infection intestinale, m'a conduit à l'examen des intestins parmi les espèces connues comme porteur de *D. latus*. Le résultat fut que seul le brochet possède une paroi intestinale d'une épaisseur considérable, qui est, comme on l'a vu plus haut, la condition d'un développement normal pour ce parasite. La conclusion suivante s'impose donc : l'estomac de poissons n'est pas un lieu de « prédilection » pour le parasite et le phénomène n'est pas un genre d'adaptation. *Les procercoïdes des D. latus pénètrent tout le long du tube digestif. Mais ceux qui arrivent dans la paroi intestinale trop mince accompliront leur migration pendant un temps trop court. Ils pénétreront dans la cavité du corps sans accomplir leur transformation en plérocercoides et, dépourvus d'une enveloppe protectrice, périront.* C'est grâce à ce fait que chez le *D. latus* — à l'encontre de la Ligule — on ne trouve dans la cavité du corps du poisson que des plérocercoides d'une certaine grandeur (6 mm. à peu près).

La difficulté d'apercevoir les procercoïdes dans la paroi intestinale des poissons (sauf le brochet) tient à ce que :

1° les procercoïdes traversent la paroi intestinale plus rapidement que la paroi stomacale : la courte durée de leur séjour dans la première diminue les chances de les retrouver;

2° grâce à ce court séjour ils *n'atteignent qu'une grandeur minime et passent inaperçus*¹.

L'enkystement chez les Bothriocéphales.

En examinant un poisson, on trouve dans la cavité du corps et surtout dans le foie un nombre considérable de kystes qui ne renferment aucun parasite mais simplement des concrétions, dont la nature est douteuse. Par contre on trouve souvent dans les mêmes organes des parasites qui ne sont point enkystés. En tout cas, — et c'est l'examen détaillé qui me l'a montré — les plérocercoides de *D. latus* sont dépourvus de kystes dans tous les cas où on les trouve dans

¹ D'ailleurs il faut prendre en considération le fait que les procercoïdes sont pour la plupart libérés du Cyclops déjà dans l'estomac du poisson et attaquent sa paroi. Ce n'est qu'une partie restreinte qui arrive jusque dans l'intestin grêle.

l'ovaire, testicule, mésentère et même dans la musculature du corps du poisson. En prenant en considération le fait que chez *T. nodulosus* l'enkystement dans le foie est précédé d'une production de mucus de la part du procercoïde, il ne reste qu'à tirer la conclusion que chez les Bothriocéphales l'enkystement de leurs plérocercoides est lié à la formation de ce mucus. L'absence d'enkystement chez les plérocercoides de *D. latus* dans les organes mentionnés plus haut est tout à fait en harmonie avec cette supposition, car une fois le plérocercocœde de ce parasite formé il ne possède plus les glandes qui président à la formation du mucus. (J'ai mentionné la dislocation de ces glandes dans le mémoire précédent, p. 44 ou 280.)

Une conclusion s'est imposée à ce propos à mon raisonnement : les plérocercoides de *D. latus* dans le foie et la paroi intestinale doivent — à l'encontre de ce qu'on a décrit — être de même enkystés : car les procercoïdes qui s'y sont développés en plérocercoides possèdent bien les glandes qui produisent le mucus. J'ai eu donc recours à une étude spéciale qui a confirmé pleinement mes prévisions. Les plérocercoides de *D. latus* dans le foie et à la périphérie de la paroi stomacale de la truite, de la perche et du brochet sont, en effet, enkystés. Le kyste est très mince et faible en comparaison avec celui de *Tr. nodulosus* (ce qui a contribué à le laisser passer inaperçu), mais la grandeur du parasite est aussi minime en comparaison (*D. latus* 1 cm., *Tr. nodulosus* 5-10 cm.). D'ailleurs dans le cas où le *T. nodulosus* n'est pas pelotonné mais disposé plus ou moins en longueur, comme c'est le cas chez *D. latus*, le kyste est de même très faible.

Un fait qui a paru tout d'abord incompréhensible trouve maintenant une explication satisfaisante.

Chez différents poissons, la paroi externe de l'intestin est souvent parsemée de kystes, contenant des plérocercoides de Bothriocéphales inconnus. L'examen m'a toujours montré qu'il ne s'agissait pas de *D. latus*. Et parmi les nombreux observateurs, personne n'a jamais signalé le fait. Mais pendant une visite au laboratoire de zoologie de Berne, M. le Dr Baumann m'a montré une grosse truite dont la paroi externe de l'intestin (partie pourvue d'appendices pyloriques) était parsemée de kystes, qui contenaient cette fois-ci des plérocercoides du *D. latus*.

Ce fait inattendu et qui m'a particulièrement étonné, trouve son explication dans les lignes suivantes.

Les conditions qui décident du sort d'un procercoïde du *D. latus* dans la paroi intestinale du poisson sont, comme on l'a vu, nombreuses. Si on ne prend en considération que les plus importantes, on peut en indiquer quatre : 1° l'espèce de poisson ; 2° son âge ; 3° l'endroit où le procercoïde se fixe et pénètre dans la paroi intestinale ; 4° la rapidité plus ou moins grande avec laquelle chaque procercoïde effectue sa migration. Toutes ces conditions s'expliquent par le fait que le parasite, *avant de quitter la paroi intestinale*, doit parcourir tout son développement jusqu'au stade de plérocercocœide. Arrive-t-il dans la cavité du corps avant d'accomplir ce développement, le *D. latus* périra (v. p. 270) ¹.

Il ne reste maintenant qu'à établir dans ses détails le développement du procercoïde dans la paroi intestinale du poisson.

Une fois la pénétration accomplie, le procercoïde, grâce à des mouvements péristaltiques et aidé par son revêtement de soies cuticulaires, poursuit sa migration et pénètre dans la musculature intestinale. Deux alternatives se présentent ici tout d'abord : ou bien cette musculature est assez épaisse pour arrêter le procercoïde ou bien elle ne l'est pas. Dans le premier cas, l'enkystement intérieur aura lieu (v. p. 271), et le parasite pourra en toute sécurité poursuivre son développement en plérocercocœide. Dans le second cas, le procercoïde, en poursuivant sa migration, franchira la faible paroi extérieure, pénétrera dans la cavité coelomique du poisson *encore en état de procercoïde* et périra. Si ces deux alternatives présentent des conclusions logiques, les faits de l'enkystement extérieur montrent que les phénomènes sont plus compliqués. En effet, l'épaisseur de la musculature intestinale présente toute une échelle d'épaisseur. Il arrivera donc qu'un procercoïde pénètre en un endroit de l'intestin, dont la musculature ne sera pas assez épaisse pour le retenir pendant le temps nécessaire à la formation d'un kyste *interne*, mais pourtant suffisamment pour que le procercoïde ne puisse la franchir trop rapidement. *C'est dans ce cas que toutes les données pour un enkystement extérieur seront réalisées.*

¹ On a vu que la *Ligula* qui, à l'encontre de ce parasite, *pénètre au stade du procercoïde dans la cavité du corps du poisson*, est entourée d'un mucus qui l'isole du milieu. Mais la *Ligula* possède justement des glandes autrement développées que le *D. latus*. D'autre part le stade du procercoïde chez la *Ligula* et par conséquent la présence des glandes producteurs du mucus est beaucoup plus étendu que ce n'est le cas chez le dernier. Ces conditions nous indiquent de même pourquoi le procercoïde de *D. latus* périt, une fois arrivé dans la cavité du corps avant d'accomplir son développement en plérocercocœide.

A propos d'adaptation parasitaire.

La question d'adaptation chez les êtres organisés est une question assez brûlante. Mêlée à l'idée de finalité, la notion d'adaptation (avec ou sans le mot « héréditaire ») ne fait souvent que cacher le manque d'analyse des phénomènes observés. A part la constatation que chaque être doit nécessairement — et jusqu'à un certain point — être adapté à son milieu, il y a un intérêt particulier de savoir dans chaque cas en quoi consiste « l'adaptation » constatée, quelles sont les conditions qui la rendent nécessaire. Le domaine de la parasitologie se prête particulièrement à l'étude d'une question pareille.

On sait avec quelle exclusivisme un parasite donné « choisit » son hôte. C'est ainsi que les coracidies des Bothriocéphales infectent exclusivement quelques espèces de *Cyclops*, que les procercoïdes n'infectent que quelques espèces de poissons et que les plérocercoides ne deviennent souvent adultes que dans une seule espèce : *Triacnophorus nodulosus* dans le brochet, *Abothrium infundibiliforme* dans la truite, *Bothriocephalus rectangularis* dans le barbeau, etc. Plus encore, dans leurs hôtes les parasites choisissent un organe spécial, ou même seulement une partie d'un organe qui devient leur lieu de « prédilection » : *A. infundibiliforme* adulte n'habite que l'appendice pylorique, son plérocercocœde — l'intestin grêle, son procercoœde — la cavité du corps ; la Ligule adulte — l'intestin grêle, ses plérocercocœdes et procercoïdes — la cavité du corps ; le *Tr. nodulosus* adulte — l'intestin grêle, son plérocercocœde, le foie, etc. C'est ce dernier fait d'« adaptation » que je voudrais soumettre à l'analyse.

En examinant les poissons, porteurs de plérocercocœdes du *Tr. nodulosus* (perche, lotte, truite), on se convaincra bientôt que — à part la truite — ils s'infectent dans le tout jeune âge (comme c'est d'ailleurs le cas avec le Goujon et la Ligule)¹. J'ai décrit déjà dans le mémoire précédent (et complété dans le présent travail) la façon dont l'infection a lieu. Convaincu d'avance que les plérocercocœdes ne se trouvent que dans le

¹ Le phénomène tient sans doute à la circonstance que le poisson vit dans un endroit différent suivant l'âge et l'époque de l'année. Ici, à Neuchâtel, par exemple, la *toute jeune* perche vient régulièrement s'abriter pendant les mois d'hiver autour de bâtiments sur le bord et dans le lac (garage nautique, établissements de bains, etc.), pour disparaître au printemps. De même les *jeunes* lottes seulement se trouvent en hiver au bord du lac. Le printemps arrivé, justement au moment où les coracidies du parasite ont déjà infecté les *Cyclops*, le poisson change de lieu d'habitation en passant sans doute par l'endroit où vivent les *Cyclops* infectés.

foie, j'ai cherché à établir la marche de l'infection depuis le moment où le procercoïde pénètre dans l'intestin jusqu'à celui où il se développe ensuite dans le foie. Depuis lors, j'ai pu constater par observation (surtout chez la lotte) des cas assez fréquents où le procercoïde du *Tr. nodulosus* infecte aussi la paroi intestinale, la traverse et, arrivé à sa périphérie, s'enkyste à l'extérieur de la façon décrite plus haut pour le *D. latus*. Dans les deux cas, ce sont les mêmes circonstances qui rendent ce phénomène compréhensible.

Cette constatation m'a fait réfléchir. Pourquoi le foie des poissons, dont l'accès est plus éloigné et plus difficile, se trouve-t-il si souvent infecté, tandis que la paroi intestinale, davantage exposée à l'accès du parasite, l'est si rarement ? En quoi consiste cette « adaptation » et quelles sont les conditions qui la rendent nécessaire ? L'explication est simple et claire.

L'infection de la perche se fait dans le *tout jeune âge*. Chaque procercoïde du *Tr. nodulosus* qui pénétrera dans la paroi intestinale peu épaisse de ces jeunes poissons la franchira très vite¹ et pénétrera dans la cavité du corps sans accomplir son développement en plérocercœide (v. l'analyse faite à propos du *D. latus*). En examinant la cavité du corps des poissons on ne trouve pas de parasites, ni libres (ce qui était à prévoir d'avance d'après ce que j'ai décrit auparavant pour le *D. latus*), ni entourés du mucus comme chez la *Ligula*. Par conséquent ils périssent.

Les plérocercœides de Tr. nodulosus se trouvent donc presque exclusivement dans le foie du jeune poisson, parce que leur paroi intestinale peu épaisse n'offre pas de possibilité pour leur développement normal (comme du reste du D. latus) : chaque parasite qui y pénètre périt, tandis que celui qui a pénétré dans le foie accomplit son développement. Voilà l'explication de cette « adaptation », qui, à première vue, n'aurait pas paru susceptible d'une analyse.

Quant à l'enkystement extérieur sur la paroi intestinale de la lotte, il est facilité par le fait que la musculature intestinale de ce poisson est plus épaisse que chez la perche. Il est évident que çà et là on trouvera le plérocercœide du *Tr. nodulosus* enkysté de même façon chez d'autres poissons : la perche et la truite. Mais ceux-ci seront alors d'un certain âge, leur paroi intestinale d'une épaisseur plus considérable, et le phénomène lui-même une exception.

¹ Plus vite encore qu'un procercoïde du *D. latus*, car il est plus viril.

L'orientation des Cestodes.

Depuis quelque temps, la question de l'orientation des Cestodes a préoccupé les helminthologistes. Ce problème, curieux en apparence, était de savoir quelle partie du parasite devait être considérée comme tête. Les uns prétendaient que c'est la partie pourvue de ventouses qui doit être considérée comme la partie antérieure ; les autres ont interprété celle-ci comme la queue, en prétendant que chez les Cestodes adultes la tête n'existe plus, ayant été éliminée au cours du développement du parasite (appendice caudal).

Lorsqu'en 1917 mes recherches sur le cycle évolutif du *D. latus* ont abouti à la découverte du procercoïde, la question de l'orientation des Cestodes s'est posée avec plus d'insistance, grâce à la présence inattendue de l'appendice caudal chez les Bothriocéphales. M. Fuhrmann a bien voulu m'exposer alors les arguments pour et contre ces deux points de vue. Ne pouvant me prononcer sur une question aussi délicate, je me suis abstenu alors de parler dans mon travail des parties antérieure et postérieure. J'ai décrit la morphologie du procercoïde en désignant ces parties comme les dérivées des deux pôles opposés de l'oncosphère.

Déjà alors je me suis aperçu qu'au fond la question ne pouvait être tranchée qu'en éclaircissant la signification des différents états de développement chez les Cestodes : est-ce le procercoïde qui représente l'état primitif des Cestodes et le ver adulte n'en est-il que la transformation ultérieure — une adaptation plus adéquate au parasitisme intestinal — ou bien au contraire les procercoïdes et les plérocercoïdes ne sont-ils que des dérivés de la vie de plus en plus parasitaire des vers adultes. Dans le mémoire précédent, j'ai tranché cette alternative dans le premier sens et par là-même la question de l'orientation. Cette conclusion m'a paru ressortir si clairement qu'il ne m'a pas paru nécessaire de mettre les points sur les *i*. Mais j'ai remarqué depuis qu'on est parvenu à envisager ce point d'arrivée de mes recherches comme leur point de départ. Surpris par la possibilité d'un tel malentendu, je me permets de revenir sur la question.

En faisant mes recherches objectivement, il m'était impossible de prendre d'avance position dans la question. Ce n'est qu'arrivé à la conclusion susmentionnée sur la signification des différents états du développement des Cestodes que j'ai été amené à entrevoir la ressemblance (et, si on veut, la

« parenté ») de ceux-ci avec les turbellaires. Le problème étant résolu dans ce sens, la question de l'orientation s'est trouvée par là-même oiseuse.

Cela m'amène à dire

*Quelques mots
à propos de mes considérations générales¹,*

à cause d'un malentendu possible dans un temps où les arbres généalogiques fleurissent encore.

Si je me suis intéressé à la question de l'origine des Cestodes, mes préoccupations n'étaient pas de leur trouver des parents. Néanmoins dans les cas précités, où un groupe bien circonscrit d'animaux vit sous le régime parasitaire, il m'a paru légitime de le considérer comme un état ultérieurement acquis. La question de savoir à quel groupe d'animaux non parasites on peut rattacher les Cestodes m'a paru intéressante et même nécessaire. C'est dans ce sens que j'ai considéré comme tels les Turbellaires, aussi j'ai saisi avec empressement parmi eux un type déjà parasitaire, pour illustrer ma pensée et exprimer la quintessence de mes recherches dans la formule :

Fecampia-Archigetes ; Archigetes-Procercoïde.

¹ *Loc. cit.*, pp. 282-291 ou 46-55.

ANNEXE

You can fool some people all the time,
You can fool all people some time,
But you never can fool all the people all the time.

LINCOLN.

A propos de mon

Histoire d'une collaboration.

Cette histoire, publiée dans le mémoire précédent¹, était un acte de défense contre les prétentions de M. Janicki d'être considéré non seulement comme collaborateur à la recherche mais même à la découverte du cycle évolutif des Bothriocéphales. Les faits que j'ai présentés alors étaient assez restreints. Je n'ai pas voulu par trop fatiguer le lecteur et ai désiré ménager mon adversaire. Profitant de ces circonstances, J. s'est permis de m'adresser une grandiloquente « réponse ouverte » (d'une trentaine de pages)², réponse dans laquelle il veut bien admettre le fait que c'est moi qui ai résolu le problème, mais cherche en même temps à suggérer au lecteur que c'est lui qui a dirigé la recherche. Une fois l'existence de deux hôtes intermédiaires chez les Bothriocéphales admise, M. J. prétend avoir décidé de poursuivre les recherches en préconisant l'emploi de deux méthodes à la fois, celle de l'expérience éliminatoire et celle de l'observation directe sur les poissons, m'abandonnant les recherches d'après la première méthode, se réservant celles suivant la seconde³.

Afin d'éclaircir définitivement la question, je me permets de publier encore quelques extraits de lettres de J.

Au mois de janvier 1917, j'ai avisé J. que mes recherches sur l'infection directe du poisson avaient abouti à un résultat négatif. J'ajoutais qu'à mon avis l'infection directe n'a pas lieu. Quelques mois plus tard (de retour à Neuchâtel), j'ai commencé mes recherches sur le deuxième hôte intermédiaire, d'après la méthode de l'expérience éliminatoire, et avisai J. en lui demandant de bien vouloir me faire parvenir le matériel nécessaire⁴.

¹ Recherches sur le développement des Cestodes I, 1918. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*

² Imprimerie Jeanrichard, Sainte-Croix, 1919.

³ Méthode dite régressive.

⁴ Ce matériel consistait en fèces d'un malade atteint de Bothriocéphale, fèces préalablement lavés et décantés par JANICKI pour obtenir une forte concentration des « œufs » du parasite. Il n'est pas exact que JANICKI m'ait livré des « larves ciliées ».

Il m'a répondu de la façon suivante par la lettre du 17 avril 1917 :

« Je n'ai pas de larves ciliées et il faut un mois pour les avoir. En outre je considère qu'avant d'entamer cette série de recherches il faut absolument entreprendre des études d'après la méthode régressive. »

Ayant répondu à cette lettre par une critique de cette méthode régressive, je fis savoir à J. que je continuerais mes recherches d'après la méthode d'expérience éliminatoire. Le 20 avril 1917, je reçus la réponse suivante :

« En appréciant la valeur de la méthode régressive, vous tirez, Monsieur, des conséquences par trop subtiles, et vous oubliez ce simple fait qu'une bonne partie de l'énigme est cachée dans le poisson lui-même (ein gutes Stück Rätsel steckt ja im Fisch drin). Du reste ce n'est pas un malheur que nos vues soient un peu divergentes. Au contraire, nous pouvons utiliser ce fait pour partager le travail¹... En vue donc de ce partage, chacun préparera peut-être son programme pour la réunion du dimanche prochain (réunion qui a eu lieu à Neuchâtel le 22 avril 1917). »

Et sa lettre du 17 mai 1917 prouve définitivement à quel point il était persuadé de l'avantage de la méthode régressive :

« Je crois que toute l'énigme est à résoudre par l'observation de l'estomac. La question est d'avoir un grand nombre de poissons de sources différentes et de la patience.² »

¹ Lorsque je commençai mes recherches sur le cycle évolutif des Botriocéphales, il n'était pas question d'une collaboration de la part de JANICKI. C'est au printemps 1917, en partie à cause de la divergence de nos vues, que J. a décidé de collaborer à mes recherches. Il me l'annonça de la façon suivante dans le même écrit du 20 avril :

« D'après votre dernière lettre je vois que vous travaillez fermement. CELA et d'autres circonstances encore m'ont définitivement décidé hier à commencer de mon côté (les recherches). »

² A la fin de sa « réponse ouverte » J. résume tous ses griefs contre mon « Histoire d'une collaboration » en treize accusations. Celle qui est en rapport aux faits précités a la teneur suivante :

« Eine Fälschung ist es, dass Sie angeblich aus eigenem Antrieb sich entschlossen hätten, die Experimente an Evertibraten vorzunehmen, statt sich der Beobachtung von Fischen zu widmen. Jener Weg war Ihnen von mir von vorneherein vorgezeichnet durch Ihre, von mir erfolgte Zuweisung an das Zoologische Laboratorium in Neuchâtel » (p. 17).

Ces aveux de J. à eux seuls liquident au fond toute sa réponse. (Le sous-titre qu'il donne à sa « réponse ouverte » : « *Zugleich ein Beitrag zur Methodologie eines helminthologischen Problems* » ne manque vraiment pas de saveur !) Néanmoins je veux élucider encore un point : à quoi a abouti la recherche de J. ? A la « découverte » d'un parasite dans l'intestin de la perche (un parasite que je reproduis ici encore une fois) et à propos duquel il m'écrivit le 29 juin 1917 :

« *L'étude de petites perches en grande quantité m'a apporté un fait nouveau. Son interprétation dépend de recherches ultérieures.* »

Et comme ces « recherches ultérieures » n'ont apporté à J. aucun fait apte à l'éclaircir, de quoi se prévalait-il¹ ? D'ailleurs pour démontrer que lui-même se rend bien compte de cette situation, je me permets de citer sa lettre du 9 octobre 1917, dans laquelle il m'a demandé de bien vouloir accepter sa collaboration à la publication de mes recherches.

« *J'attire, Monsieur, votre attention sur le fait qu'un travail en commun tel que nous l'avons entrepris fait courir un risque à chacune des parties. C'est un engagement pour chacun de travailler dans la mesure de ses moyens et la promesse tacite que, même dans le cas où un seul réussirait (je ne dis pas que ce soit un hasard immérité, mais le cours même de recherches), il n'omettra point l'autre dans sa publication. ... Vous avez, Monsieur, abouti sans conteste par vos propres forces au résultat le plus brillant. Mais de cela il ne découle point qu'il faille mettre de côté un collaborateur moins heureux, surtout qu'il s'agit d'un collègue plus âgé et qui a tout mis en mouvement.* »

¹ JANICKI reconnaît maintenant que le parasite vu par lui n'était pas le *D. latius*. Mais, en revanche, il prétend que c'était alors le *Triamphorus nodulosus*. Je me demande en quoi le parasite reproduit ici ressemble plus à un *Tr. nodulosus* qu'à un *D. latius* ? Si J. avait vraiment eu devant lui un procérocoïde il n'aurait pas manqué d'apercevoir l'invagination terminale qui est *mobile*. Surtout qu'il a bien examiné la partie antérieure du parasite afin de se convaincre qu'il ne s'agissait pas d'un *Ichthyotænia*. — Quoique ce soit la tâche de J. d'éclaircir la nature du parasite vu par lui, je veux néanmoins encore cette fois-ci lui en épargner la peine. Il s'agit tout simplement d'un *jeune* plérocercoïde d'*Ichthyotænia*, dont le système excréteur est déjà développé, tandis que les ventouses ne le sont pas encore.



Et dans une lettre à M. Fuhrmann du 10 octobre 1919 :

« *Mon échec est aujourd'hui clairement opposé au brillant succès de M. Rosen*¹. »

¹ M. JANICKI me lance à ce propos l'accusation suivante :

« Eine Fälschung ist es, dass Sie sich allein, ohne Nennung meines Namens, die Lösung des Problems attribuieren (p. 7). Ihr schöner Befund war nicht in jeder Hinsicht selbständig; vielmehr ist er ganz und gar von meinem Verdienst durchdrungen. »

Pour montrer d'ailleurs au lecteur un des « mérites » de J., je veux citer le cas suivant. Quand je commençai mes recherches sur le cycle évolutif des Bothriocéphales (automne 1916), J. m'écrivit entre autres :

« En supposant que l'infection directe n'ait pas lieu, les *Daphnides*, les *Cyclopides*, etc., du plankton ne semblent pas entrer en jeu. ... A l'examen microscopique (après l'essai d'une infection) je ne trouvai rien dans les *Daphnies*. Quant aux *Copépodes* ils attireraient moins mon attention. Ils deviennent opaques dans le formol. »

Et lorsque mes recherches sur les invertébrés m'ont fait entrevoir, dès le commencement, que c'est malgré tout parmi les animaux du Plankton qu'on peut espérer trouver l'hôte intermédiaire du Bothriocéphale, J. n'a pas hésité de m'avertir (lettre du 17 mai 1917!) :

« A votre place j'aurais patienté avec le plankton. Mes expériences sur les *Daphnies* parlent contre cette supposition. »

Et dans sa « réponse ouverte » il ose me lancer les accusations :

« Eine Fälschung ist es, dass Sie meine von Ihrer Entdeckung unabhängige und gleichzeitige Inkriminierung der Copepodengruppe gänzlich verschweigen. »

« Eine Fälschung ist es, wenn Sie behaupten, ich hätte mit dem « Plankton » nur negative Resultate gehabt. Mit dem Plankton als solchem habe ich nie experimentiert. »

De pareilles accusations, il y en a treize ! Comme elles sont toutes empreintes de la même mauvaise foi et plus absurdes encore que celles que je viens de citer, je n'abuserai pas davantage de la bonne volonté du lecteur !

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Année 1918-1919

SÉANCE DU 25 OCTOBRE 1918

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

M. le PRÉSIDENT annonce la démission de deux de nos membres actifs: MM. ZINTGRAFF, pharmacien à Saint-Blaise, empêché par ses occupations d'assister régulièrement à nos séances, et LIENGME, chef de service à la *Feuille d'Avis*, appelé à un poste semblable à la *Gazette de Lausanne*.

M. Frédéric de GREWINCK, géologue, est reçu en qualité de membre actif.

Reprise des travaux. Par suite de l'arrêté du Conseil d'Etat pris le jour même et entrant en vigueur le 27 octobre, nos séances qui devaient avoir lieu régulièrement tous les quinze jours, sont supprimées jusqu'à nouvel avis.

Assemblée annuelle de la Société helvétique. La réunion de 1918, qui devait avoir lieu en septembre à Lugano, ayant été (par suite de l'épidémie de grippe) renvoyée à 1919, la réunion de 1919 devant avoir lieu à Neuchâtel est renvoyée à 1920.

Bulletin. Le secrétaire-rédacteur expose la situation du prochain *Bulletin* de notre Société, soit le tome XLIII. Ce volume, dont l'impression est actuellement très avancée, contiendra une notice historique, six travaux scientifiques, dont plusieurs très importants, les procès-verbaux des séances et les observations météorologiques de l'Observatoire cantonal. Le volume, qui sortira probablement de presse dans le courant de janvier, comptera de 300 à 350 pages et nous coûtera 3000 fr. environ.

M. DUPASQUIER expose le cas de son travail sur le principe de relativité, travail qui n'a malheureusement pu être accepté par le Comité pour paraître dans le prochain *Bulletin*. M. A. BER-

THOUD appuie M. Du Pasquier, tandis que MM. KONRAD, SPINNER et le secrétaire-rédacteur expliquent la situation spéciale dans laquelle se trouve le travail de M. Du Pasquier. Il est décidé que le Comité reverra la question.

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

M. SPINNER présente ensuite à l'assemblée le superbe travail qui vient d'être publié comme tome II^{me} des Mémoires de l'Université de Neuchâtel, travail intitulé *La distribution verticale et horizontale des végétaux vasculaires dans le Jura neuchâtelois*. Ce travail complète d'une façon fort heureuse nos connaissances sur la flore du canton de Neuchâtel. Il continue en les étendant les travaux de Ch.-H^{ri} Godet et donne un aperçu aussi exact que possible de la répartition des végétaux vasculaires dans notre Jura. L'auteur ne s'est d'ailleurs pas arrêté aux limites politiques du canton, mais a tenu compte aussi dans son étude de la région du Chasseron-Mont-Moron et versant sud de Chasseral. Le travail du professeur Spinner représente plus de vingt années d'observations personnelles et résume les renseignements contenus dans une foule de travaux et de revues, ainsi que dans tous les principaux herbiers du canton. Les végétaux vasculaires sont surtout considérés au point de vue de leur répartition altitudinaire, travail qui n'avait pas encore été fait jusqu'ici, et une liste complète à ce jour a été dressée par M. Spinner. On compte actuellement chez nous plus de 1500 espèces, tandis que Ch.-H^{ri} Godet en indiquait 1236 en 1838 et Rhiner 1341 en 1897. Tous les noms ont été soigneusement revus, plus de 400 étant tombés aujourd'hui en synonymie. Les trois cinquièmes des espèces vivant en Suisse se rencontrent dans la flore neuchâteloise. Comme nombre d'espèces, notre canton occupe le 9^{me} rang, Valais venant en tête avec 2000 espèces et Zoug en dernier rang avec 960 espèces. Une autre partie de l'ouvrage du prof. Spinner renferme le dépouillement par familles, suivant des étages équidistants de 100 m. Nous avons chez nous des végétaux appartenant à 110 familles, plusieurs n'ayant, il est vrai, que quelques représentants dans notre flore. Une seule famille est au complet, mais elle ne comprend qu'une seule espèce! Le volume se termine par un aperçu sommaire de la répartition horizontale des végétaux du Jura, puis de leur répartition verticale. L'auteur espère d'ailleurs pouvoir traiter plus à fond ces intéressantes questions dans une étude spéciale consacrée aux associations végétales de notre

pays. M. Spinner accompagne la présentation de son travail, illustré de 7 graphiques et d'une carte, de nombreuses explications qui sont vivement goûtées par les trop rares assistants à cette première séance de l'année universitaire.

SÉANCE DU 6 DÉCEMBRE 1918

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

M. SPINNER annonce que le Comité, en séance du 28 novembre, a décidé de s'en tenir à sa décision au sujet de l'impression dans le *Bulletin* du travail de M. le Prof. L.-G. Du Pasquier.

Deux nouveaux candidats sont présentés. Ce sont: MM. *Paul Perret*, de Corcelles, stud. méd. à Berne et *Aurèle Graber*, de Travers, cand. sc. nat. à Zurich.

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

M. A. MONARD, assistant au laboratoire de zoologie, présente un travail sur la faune profonde du lac de Neuchâtel, résumé très bref des résultats de ses recherches des 18 derniers mois. M. Monard rappelle tout d'abord les régions qui forment le champ d'étude qu'il a si soigneusement fouillé, puis fait en quelques mots l'historique des recherches sur la faune profonde de nos eaux douces, du lac de Neuchâtel en particulier. Comme introduction à son travail, M. Monard a étudié notre lac à un quadruple point de vue: géographique, géologique, physique et chimique. Pour mener ensuite à bien la tâche délicate de la recherche des organismes pour la plupart microscopiques peuplant le fond du lac, notre collègue a perfectionné la technique employée jusqu'ici et a dû imaginer une foule de stratagèmes lui permettant de fouiller avec succès la vase recueillie souvent à de grandes profondeurs. Ses efforts ont heureusement été couronnés d'un plein succès, dépassant même toute attente, puisque près de 350 espèces animales ont été récoltées, pour la faune profonde seulement. Certains groupes sont particulièrement riches. Plusieurs ont été étudiés par des spécialistes et ont révélé un nombre respectable d'espèces nouvelles pour la

science. M. le Dr G. BOREL félicite et remercie M. Monard pour la clarté et la belle tenue de sa conférence. M. FUHRMANN remercie de même pour le soin avec lequel M. Monard a mené à bien ses recherches. M. S. de PERROT donne quelques explications au sujet des courants du fond du lac et demande quelques renseignements. M. P. VOUGA, comme pêcheur, tient aussi à rendre attentif M. Monard à la force souvent formidable des courants qui balaient parfois le fond du lac et alors que la surface est absolument calme et unie.

SÉANCE DU 20 DÉCEMBRE 1918

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

Les deux candidats présentés à la dernière séance sont reçus en qualité de membres actifs. M. SPINNER fait part à l'assemblée de la circulaire du Club alpin nous demandant de nous associer à son initiative tendant à grouper des membres de toutes les sociétés de Neuchâtel. La délégation du Comité est d'avis que notre société, comme telle, ne doit pas prendre part à ce mouvement. Chaque membre est libre de répondre individuellement. L'assemblée adopte cette manière de voir. Le Comité propose à l'assemblée la création d'un prix universitaire destiné à récompenser des travaux de valeur d'étudiants de la faculté des sciences, études neuchâteloises surtout; au cours de la discussion, le Dr G. BOREL demande si la caisse peut supporter cette dépense. M. le PRÉSIDENT explique qu'il ne s'agirait que de 100 ou 150 fr. par an, le prix étant décerné tous les 3 ans par exemple. M. A. BERTHOUD, très sympathique à cette initiative, demande que le prix ne soit pas réservé aux sciences naturelles pures. Le Comité étudiera la question et élaborera un règlement qui sera communiqué à la Société.

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

M. MONARD, assistant de zoologie, présente la partie générale de son travail sur *La faune profonde du lac de Neuchâtel*. Il fait remarquer que sur 25 groupes animaux ayant des représentants

dans la faune profonde en général, 23 en ont dans le lac de Neuchâtel. Il ne manque que les décapodes et les éponges. Aucun endroit du fond du lac n'est d'ailleurs absolument azoïque. La densité animale est cependant très variable suivant les endroits et dépend surtout de la richesse en nourriture d'un endroit donné. Les embouchures des rivières sont les régions les plus riches en espèces animales. Certaines de ces espèces se rencontrent partout, d'autres semblent réparties par îlots, qui n'occupent cependant pas toujours la même position. On retrouve dans la profondeur toutes les espèces littorales sauf celles qui sont exclusivement végétariennes. Au sujet des migrations des espèces littorales vers la profondeur, M. Monard pense, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, que la basse température n'est pas ce qui attire les animaux. Ces derniers recherchent avant tout une eau pure, riche en oxygène et comme ils sont pour la plupart très lents, ils ne peuvent satisfaire leur besoin de respirer qu'en émigrant vers la profondeur. M. ARGAND donne quelques explications géologiques au sujet de phénomènes que la zoogéographie ne parvient pas à éclaircir. M. G. BOREL signale le transport par les bateaux de certains animaux fixés à la coque et qui se détachent au large, sur la Motte en particulier. M. SPINNER fait remarquer les difficultés qui s'attachent à une étude de la flore profonde de notre lac. Les diatomées en particulier sont extraordinairement difficiles à déterminer et la plupart des savants ne veulent pas s'attaquer à des recherches aussi ardues.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 31 JANVIER 1919

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

Le procès-verbal de la séance du 20 décembre dernier est lu et adopté. M. P. LOZERON, négociant, à Auvernier, est admis comme membre actif. M. SPINNER, président, présente ensuite son rapport sur la marche de la société pendant l'année 1918.

RAPPORT DE GESTION POUR L'EXERCICE 1918

Mesdames et Messieurs,

1918 restera dans toutes les mémoires comme l'année de l'armistice, mais aussi comme l'année de la grippe. Nous tous, qui assistions impuissants à cette lutte fratricide, où près de 10 millions d'êtres humains ont trouvé la mort, avons salué avec joie le jour où les canons se sont tus. C'était pour l'humanité, l'aurore de temps nouveaux et malgré les secousses terribles qui ébranlent encore certains états de notre Europe, ou qui menacent peut-être de s'abattre sur d'autres, nous avons senti que quelque chose de mieux se préparait et que les hommes, s'ils le voulaient sincèrement, pourraient désormais vivre en paix et cultiver harmoniquement tout ce qui fait la raison d'être de la collectivité humaine.

1918 n'a pourtant guère différé des exercices différents, quant à l'activité de notre Société. Nous comptons à ce jour 292 membres actifs, soit 6 de moins que l'an dernier et 15 honoraires au lieu de 16, soit 307 membres au total. Nous avons eu à enregistrer 10 démissions et radiations, 8 décès, 11 admissions. Les morts sont: MM. le professeur Emile Yung, de Genève, honoraire; Ch. Perregaux, administrateur du Technicum du Locle; Jules Wagner, pharmacien au Locle; Antoine Hotz, ingénieur cantonal; Ch. Robert, directeur de la Bibliothèque de la ville; Emile Tobler, chef téléphoniste; Ch. Terrisse, ancien ministre; Jean Béguin, architecte, tous cinq à Neuchâtel.

A cause de la grippe, le nombre des séances a été plus faible que d'habitude, 12 seulement, au cours desquelles 22 communications scientifiques ont été présentées. Rappelons particulièrement la réunion du 9 juin à Tête-de-Ran, où nous avons retrouvé les fidèles de la Montagne.

Notre *Bulletin*, après une série maigre qui nous a permis de rétablir un équilibre financier compromis, est en velléité d'obésité. Le tome XLII paru, aura pour successeur un n° XLIII fort onéreux, tant à cause de la cherté générale de toutes choses, que de son opulence scientifique. Nos finances s'en ressentiront, aussi faisons-nous appel sans vergogne à tous les généreux anonymes.

Si nous nous permettons ce geste indiscret, c'est que 1918 a été l'année des surprises. Tout d'abord, ce fut le coup de pavé du Comité central de la S. H. S. N., qui nous réveille de notre douce quiétude, en nous rappelant que nous étions un centre

scientifique universitaire. Le pavé frappant en plein dans la mare, en fit jaillir le limon de notre pauvreté et la vase de notre humilité. Mais comme toujours, Neuchâtel réagit, les bonnes volontés se manifestèrent et ce furent les anciens qui dirent aux jeunes: « Il faut marcher ». Les hommes étaient trouvés et d'un élan spontané et unanime, notre vénéré collègue, M. le professeur Otto Billetter était désigné comme candidat à la présidence du Comité annuel pour la 101^{me} assemblée de la S.H.S.N. On sait qu'après maintes discussions, ils fut enfin décidé que cette réunion aurait lieu en 1920 et que Lugano organiserait la 100^{me} assemblée en 1919.

Les encouragements financiers ne tardèrent pas. Grâce au dévouement de M. le Dr G. Borel, nous reçûmes d'abord 1000 fr. de l'American Machinery Import Office, puis autant de la Société d'exploitation des câbles électriques de Cortaillod. Puis, pour permettre à notre caisse de soutenir l'œuvre, la maison Suchard S. A. nous envoya un chèque de fr. 2000.—. Ces ressources extraordinaires devront se renouveler si nous voulons que l'Helvétique soit reçue à Neuchâtel avec les égards traditionnels et si nos publications doivent suivre leur cours normal. Noblesse oblige, on nous le fit bien voir.

L'Université, elle aussi, réclame sa part de nos largesses. Nous avons toujours ouvert largement nos *Bulletins* aux publications émanant de professeurs et d'étudiants, facilitant ainsi grandement la diffusion de travaux souvent importants, mais cela nous paraît encore insuffisant. Les Sociétés neuchâteloises d'histoire et de géographie subventionnent certains cours, nous n'en ferons pas autant, nous nous bornerons, comme la Société académique, par l'attribution d'un prix sérieux, à encourager les recherches assidues de nos membres et de la gent universitaire. Ainsi sera établi un contact plus direct encore qu'il ne l'est déjà aujourd'hui.

Le Comité a pensé du reste qu'il ne fallait manquer aucune occasion de manifester notre solidarité aux sociétés sœurs. C'est pourquoi il a voté de petites allocations à la Société suisse de physique et à la Société zoologique suisse, qui ont tenu leurs assises en notre ville sous la présidence de deux de nos savants collègues.

La tradition scientifique est en train de reconquérir en notre canton, en notre ville spécialement, la place d'honneur qu'elle doit occuper.

Si les laboratoires universitaires en sont les centres de création, notre Société en est le principal agent de diffusion. Elle a enfin, semble-t-il, réussi à réaliser ce tour de force d'être

à la fois une école d'instruction mutuelle et une chaire pour les adeptes de la science pure. Non seulement nos séances sont bien revêtues, mais même les compte rendus de nos assemblées sont recherchés dans les journaux; plus d'une fois nous avons entendu des habitants de la Montagne nous dire avec quel plaisir ils avaient lu notre chronique scientifique dans l'un ou l'autre quotidien et combien ils enviaient le privilège de ceux que l'éloignement n'empêchait pas d'assister régulièrement aux séances.

Nous avons donc un privilège. Il est d'essence supérieure et nous ne saurions le laisser déchoir. Nous détenons une parcelle de feu sacré de la recherche désintéressée, c'est pourquoi nous avons tenu à rester indépendants de tout groupement social. Notre patriotisme consistera comme jusqu'ici, à travailler au bien intellectuel de nos concitoyens et à résoudre plus spécialement les nombreux problèmes que nous pose encore la terre neuchâteloise.

Parmi ces problèmes, il en est un de plus particulièrement accessible à la collectivité, celui de la conservation de nos monuments naturels. Notre Commission spéciale n'a pas eu à s'en occuper elle-même, mais un groupe de sociétaires a eu l'honneur et le plaisir de travailler à la nationalisation prochaine d'une portion vierge de forêt de tourbière. Voici l'affaire en résumé:

Un Ponlier, M. Matthey fils, fabricant d'horlogerie, artiste à ses heures, fut séduit par les aspects variés et pittoresques que présente aux diverses saisons, le bois des Lattes, en plein marais, près des Emposieux. Ruisseau, prairie, marais, toundra, sphagnum, pins et bouleaux, tout s'y rencontre, réuni sur un espace assez limité. Survint la guerre, la crise du combustible, l'exploitation intensive de la tourbe. La destruction semblait proche. M. Matthey nous écrivit et après visite de ce bois merveilleux, nous décidâmes d'aller de l'avant. Il s'adressa aux propriétaires, dont le principal, l'hoirie Borel, héritière de Desor, est représenté par un de nos membres, M. Ch. Borel, ingénieur. Ce dernier nous prévint. Une invitation en cercle restreint réunit à Combe Varin une dizaine d'entre nous qui jouirent d'une réception toute familiale dans l'illustre propriété et d'une promenade mi-scientifique, mi-artistique, dans la réserve projetée. De l'avis de tous, M. Matthey avait fait un choix de maître. MM. Borel s'étant déclarés prêts à nous fournir toutes les facilités, nous nous sommes approchés de M. le Dr Pettavel, conseiller d'Etat, qui nous a assurés du concours éventuel de l'autorité cantonale. M. Matthey a encore à parlementer avec quelques propriétaires

bordiers qui sans doute se montreront aussi intelligemment patriotes que MM. Borel. Nous aurons alors dans le canton, un Parc national en miniature du plus haut intérêt scientifique. Ce sera l'œuvre de 1919. Espérons qu'il se trouvera un savant neuchâtelois pour entreprendre l'étude approfondie de ce coin de terre à l'air si vénérable.

Nos projets de conférences à la Montagne ont été abandonnés à cause des horaires fantaisistes des chemins de fer; nous les reprendrons dès que faire se pourra.

Comme vous le voyez, Mesdames et Messieurs, nous avons de longs espoirs et de vastes pensers, mieux que cela, nous cherchons à les réaliser. Notre société sait qu'en toute occasion elle peut compter sur l'appui moral et matériel des collectivités et des particuliers; où le travail abonde, la générosité doit surabonder.

Votre Comité a, cette année-ci, comme les précédentes, cherché à mener la barque sans trop de heurts et c'est avec le sentiment du devoir gaiement accompli, qu'il vous demande d'approuver sa gestion pour 1918.

M. A. BÜTZBERGER, caissier, donne lecture des comptes de 1918 et du projet de budget pour 1919. M. M. de MONTMOLLIN présente le rapport des vérificateurs des comptes. Ces trois rapports sont adoptés et décharge est donnée au Comité de sa gestion de 1918.

COMPTES DE L'EXERCICE 1918

RECETTES :

Cotisations :

203 cotisat. d'internes à Fr. 8.—	Fr. 1624.—	
94 » d'externes » 5.—	» 470.—	
1 » » de 6 ans		
pour réintégration à Fr. 5.—	» 30.—	Fr. 2124.—

Entrées: 7 finances d'entrée à Fr. 5.— » 35.—

Dons: 3^{me} annuité » 55.—

Subventions:

Commune de Neuchâtel	Fr. 750.—	
Etat de Neuchâtel	» 350.—	» 1100.—

Ventes de Bulletins » 42.50

Intérêts Caisse d'Epargne et Banque D.P. M. & Cie » 98.24

Total des recettes ordinaires . . Fr. 3454.74

DÉPENSES :

Administration: Assurance incendie.	Fr. 22.—	
Honoraires	» 100.—	
Gratification	» 30.—	
Convocations	» 236.20	
Divers	» 31.55	Fr. 419.75
Bulletins: Tome XLI, 1917	Fr. 1560.80	
Tome XLII, 1918	» 1155.45	
Tome XLIII, 1919	» 77.10	» 2793.35
Subvention Société de Zoologie		» 50.—
Total des dépenses de l'exercice . .		<u>Fr. 3263.10</u>
Recettes		Fr. 3454.74
Dépenses		» 3263.10
Boni de l'exercice		Fr. 191.64
Solde actif de l'exercice 1917 . . .		» 1414.44
		<u>Fr. 1606.08</u>
Recettes extraordinaires: Don de Suchard S. A.		
à la Société		» 2000.—
Actif net.		<u>Fr. 3606.08</u>
La Société a reçu en outre comme dons extraor-		
dinaires en faveur de la réception de la Société		
Helvétique des sciences naturelles: de l'Améri-		
can Machinery Import Office		Fr. 1000.—
de la Société d'exploitation des câbles électri-		
ques de Cortaillod		» 1000.—
placés sur un carnet d'épargne de la Banque		
cantonale neuchâteloise, ayant produit pour		
intérêts en 1918		» 56.66
Total de ce fonds de réception . .		<u>Fr. 2056.66</u>

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

M. A. BERTHOUD, professeur, présente une communication sur le sujet suivant: A propos du mouvement perpétuel.

SÉANCE DU 14 FÉVRIER 1919

Présidence de M. SPINNER

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

M. l'abbé MERMET parle de la *Recherche de l'eau et des métaux*, devant un nombreux auditoire venu pour écouter les explications données par un sourcier aussi connu que le conférencier. M. Mermet rappelle que de tous temps l'homme a tenté de découvrir les secrets enfermés dans l'écorce terrestre. La géologie ne suffisant souvent pas, on a cherché d'autres moyens et les sourciers, dont la science a longtemps passé pour empirique, peuvent se classer en plusieurs groupes: les voyants d'eau, les ultrasensitifs et les sensitifs. Ces derniers utilisent pour leurs recherches une baguette ou un pendule, au moyen desquels ils décèlent les sources ou les minéraux enfouis dans le sol. Grâce à ces instruments très simples, les sourciers peuvent reconnaître la présence de l'eau, du charbon, des métaux, ou déterminer l'étendue de cavités souterraines. Ils arrivent même à déterminer le débit et la profondeur des sources qu'ils découvrent. Au moyen de certains réactifs, le sourcier parvient à reconnaître la présence de corps difficiles à percevoir. Un échantillon du corps qu'il s'agit de trouver sert de point de comparaison. L'eau agit surtout par son frottement. Les eaux stagnantes ne produisent aucune sensation. M. Mermet entremêle sa causerie d'anecdotes très suggestives, montrant avec quelle précision il arrive au but de ses recherches. M. le Dr MOINAU assistait à la séance. Auteur de certaines méthodes très ingénieuses pour le calcul du débit, de la pression, etc., il conte comment il procède pour arriver à déterminer la somme en or ou en argent que porte une personne quelconque. L'heure étant avancée, la discussion sur cet intéressant sujet est renvoyée à une prochaine séance.

SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1919

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

M. J. MÜHLEMATTER, viticulteur à Cortaillod, est reçu en qualité de membre actif.

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

M. G. RÆSSINGER présente des notes de géologie régionale : il montre des fossiles, des dessins et des clichés à projection se rapportant surtout à la géologie des environs de La Chaux-de-Fonds. Il appuie sur les points suivants :

Le niveau à polypiers de la carrière du Crêt-Meuron est d'un âge intermédiaire aux deux niveaux à polypiers signalés dans le Dogger de Montperreux par M. Rollier. En effet, M. Ræssinger a fait constater à la Société des sciences naturelles, dans la course de l'été passé à Tête-de-Rang, un niveau supérieur à polypiers dans le petit bois au-dessus de la bande de pâturages qui est au-dessus de la carrière.

Entre l'oolithe à *Reineckia anceps* et les marnes à fossiles pyriteux de la carrière Jacky, s'intercalent des couches épaisses d'un à plusieurs décimètres, à savoir : un banc de calcaire marneux et oolithique contenant entre autres *Ammonites* : *Quenstedticeras Lamberti* ; des marnes jaunes, puis grises, presque sans pyrite, contenant, à l'état de moules calcaires : *Perisphinctes bernensis*, *Oppelia episcopalis*, *Harpoceras Hersilia*, *Harpoceras rauracum*, etc.

Aux Petites Crosettes, dans la carrière du Cornaillat, affluent les oolithes ferrugineuses à *Peltoceras athleta*.

Le vallon de la Saffrière, près du col de la vue des Alpes, est à l'état suspendu par rapport au réseau hydrographique de la Combe des Auges et de la Combe Jeure. Il appartient, ainsi que la dépression transversale du col, à une région de modelé ancien, antérieur au dernier cycle d'érosion, et cependant assez accidenté, différent de celui d'une pénéplaine.

Le changement de direction du faite de Malm, entre le col de la Vue des Alpes et le Mont d'Amin est en rapport, d'après M. Ræssinger, avec la naissance d'un repli anticlinal nouveau,

dans la partie sud du noyau de Dogger de la chaîne, naissance qui peut se constater quand on suit ce noyau de la ferme de Montperreux à la Chaux d'Amin.

M. Rössinger, quittant ensuite les environs immédiats de La Chaux-de-Fonds, nous fait parcourir le Jura neuchâtelois et vaudois, illustrant son exposé d'une série de superbes projections.

SÉANCE DU 14 MARS 1919

Présidence de M. FIGUET, vice-président

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

M. le pasteur MOULIN présente deux notes de géologie régionale. Il nous entretient tout d'abord d'un phénomène tectonique de la chaîne jurassienne, soit d'une fracture traversant en diagonale l'axe de la chaîne de Tête de Rang. Cette fracture, analogue à une dizaine d'autres intéressant notre Jura, avait été signalée par M. Schardt, mais son existence n'avait pas été démontrée d'une façon absolument certaine. M. Moulin ayant découvert une surface de faille sur laquelle les stries sont encore visibles actuellement et ayant suivi la faille elle-même sur un long parcours, son existence ne saurait plus faire aucun doute aujourd'hui. Dans une seconde note, M. Moulin signale la mise à découvert par le Seyon, lors de sa dernière grande crue, d'une couche de terrain non encore signalé en place dans la région. Il s'agit de l'*Aquitanién supérieur*, dans lequel plusieurs fossiles caractéristiques ont été trouvés, entre autres *Limnea pachygaster* et diverses *planorbes*. Cette intéressante découverte comble une lacune dans nos connaissances stratigraphiques de la région.

M. R. FRICK présente ensuite une communication intitulée *statistique et biogéographie* dans laquelle il expose un certain nombre de lois biologiques qu'il applique à différents domaines des sciences naturelles.

SÉANCE DU 28 MARS 1919

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

MM. Rob. MAULER, docteur-médecin à Saint-Blaise, Francis MAULER, avocat à Neuchâtel, Ch. DE MEURON, docteur-médecin à Neuchâtel, présentés à la dernière séance, sont reçus en qualité de membres actifs.

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

Auditoire très nombreux pour entendre la seconde conférence de M. l'abbé MERMET sur *la théorie de la radiotellurie*. Le conférencier rappelle que jusqu'ici la science s'est toujours refusée à reconnaître les sourciers, dont on ne peut cependant plus guère nier les succès dans une foule de recherches. La réussite est en effet complète dans plus de 80 % des cas. M. Mermet nous cite entre autres les résultats obtenus par lui-même et tout dernièrement, dans le canton de Vaud et au Jura bernois. M. S. DE PERROT, ingénieur, donne lecture d'un rapport sur les fouilles exécutées à Collonges d'après les indications de l'abbé Mermet et remercie le conférencier de ses précieux renseignements.

Dans la seconde partie de sa causerie, l'abbé Mermet donne un aperçu des théories émises pour chercher à expliquer les phénomènes si extraordinaires dont il vient de nous entretenir. Ces théories, qui ne sont nullement dues à M. Mermet, sont malheureusement aussi extraordinaires que les faits eux-mêmes ; en cherchant à expliquer scientifiquement leur manière de procéder, les sourciers, ou plutôt les radiotelluristes, n'ont nullement réussi à donner une base solide à leur « science ». Les termes employés, les lois physiques ou chimiques appliquées par eux, ne servent qu'à masquer la complète ignorance dans laquelle on se trouve encore à ce sujet. Aussi physiciens et géologues ne semblent pas prêts d'admettre comme science exacte, une recherche dont il n'est pas possible d'expliquer la moindre manifestation.

SÉANCE DU 2 MAI 1919

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

M^{me} Alfred PRINCE et M. B. TERRISSE, tous deux à Neuchâtel, présentés à la dernière séance, sont reçus en qualité de membres actifs.

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

M. MATHEY-DUPRAZ, professeur, présente une communication sur le *refuge ornithologique de la baie d'Auvernier*. Cette région, mise actuellement à ban pour une période de 10 ans, a complètement changé d'aspect depuis une vingtaine d'années. La végétation s'y est considérablement développée et les quelques oiseaux qui venaient y passer les mois d'hiver ont été remplacés par de véritables colonies. Plusieurs espèces, même sédentaires depuis un certain temps en d'autres régions de notre lac, se sont fixées définitivement dans la baie d'Auvernier depuis que la chasse y est interdite. C'est ainsi que dès l'année dernière, M. Mathey a pu reconnaître des nids de poules d'eau, grèbes huppés et castagneux, foulques, grands harles et canards sauvages, qui trouvent un refuge assuré dans les phragmitaies de la rive. Répondant à une question de M. KONRAD, M. Mathey donne quelques explications sur l'importance des grands roseaux, véritables petites forêts, qui servent de refuge ou de lieu de repos à de très nombreux oiseaux aquatiques ou autres. C'est au moment du passage surtout, que les étourneaux et les hirondelles viennent par milliers souvent, passer la nuit sur les roseaux des rives, parfaitement protégés par la nappe liquide contre toute agression des petits carnassiers.

M. G.-A. BOREL, ingénieur, nous entretient ensuite des *câbles électriques* et de la *téléphonie à grande distance*. Il résume les travaux récents ayant paru sur cette question et présente les divers types de microphones utilisés, ainsi que des modèles de câbles téléphoniques. M. Borel explique que les efforts des techniciens se portent essentiellement aujourd'hui sur l'amélioration de la ligne de transmission, qui constitue d'ailleurs la partie importante du capital de l'entreprise. Le conférencier expose en terminant les méthodes spéciales employées dans la pratique

pour réaliser cette amélioration du réseau téléphonique. Il est surtout difficile d'arriver à un isolement convenable des câbles et de grandes difficultés doivent être surmontées dans la pose des lignes sous-lacustres ou sous-marines.

SÉANCE DU 16 MAI 1919

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

M^{me} Ernest MEYSTRE, MM. Emile QUARTIER et J. DE COULON, présentés à la dernière séance, sont reçus en qualité de membres actifs.

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

M. le Prof. JAUQUEROD présente une communication *sur la télégraphie sans fil*, que le rétablissement de la station de notre Université (station supprimée dès le début de la guerre) permet d'accompagner de démonstrations pratiques fort intéressantes. La télégraphie sans fil est basée sur la transmission d'ondes électro-magnétiques, transmission se faisant au moyen d'un courant alternatif à très haute fréquence. Dès que le circuit de la station d'émission des ondes est parcouru par un courant ayant même fréquence que celui du circuit de la station réceptrice, il se produit un phénomène de résonance. Si les stations sont à grandes distances, elles sont pourvues d'organes de couplage spéciaux, les antennes. Connaissant la vitesse des ondes (300,000 km. à la seconde), la fréquence du circuit oscillant, on calcule la longueur d'onde, qui varie entre quelques centaines de mètres et une dizaine de kilomètres. Ces ondes sont perçues au moyen d'appareils très délicats, se composant d'un téléphone et d'un détecteur. Les signaux transmis sont enregistrés et peuvent être déchiffrés comme une dépêche télégraphique ordinaire. On peut même les projeter sur l'écran au moyen d'un galvanomètre à corde. Grâce à l'habileté de M. Schumacher, mécanicien de l'Université, les appareils nécessaires ont été construits et mis au point, de sorte que M. Jaquerod peut nous faire voir sur l'écran les signaux lancés par la station allemande de Nauen. La tour Eiffel reste malheureusement inactive pendant la durée de la séance.

Comme applications humanitaires de la télégraphie sans fil, M. Jaquerod nous cite l'emploi qui en est fait pour prévenir les sinistres en mer, soit par échouage sur les récifs côtiers, soit par collisions de navires. Les signaux optiques étant inutilisables par temps de brouillard, on a imaginé de combiner les signaux acoustiques à la télégraphie sans fil. Les ondes électromagnétiques n'étant pas influencées par l'état de l'atmosphère, les navires arrivent parfaitement, malgré le brouillard ou la tempête, à déterminer exactement à quelle distance ils sont, soit de la côte, soit l'un de l'autre.

SÉANCE DU 30 MAI 1919

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

M. le PRÉSIDENT a le grand regret d'annoncer le décès de trois de nos membres actifs: MM. A. NERGER, horticulteur à Colombier, Dr E. BOURQUIN, médecin de l'Hôpital de La Chaux-de-Fonds et F. de GREWINCK, géologue à Zurich. Après avoir rappelé en quelques mots l'activité des disparus, le Président invite l'Assemblée à se lever pour honorer leur mémoire.

MM. VIRG. VUILLOMENET fils, électro-technicien à Neuchâtel et Henri HUGUENIN, dentiste à Colombier, sont reçus en qualité de membres actifs.

Le Comité, réuni le 26 mai, a fixé au 22 juin la réunion annuelle d'été. Cette réunion aura lieu à la Tourne. Après une courte séance administrative aura lieu la séance scientifique, pour laquelle deux communications au moins sont prévues. Le programme de cette journée sera envoyé sous peu à tous les sociétés.

Le Président offre aux membres de la Société un certain nombre d'anciens volumes des Actes de la S. H. S. N., renfermant les compte rendus des deux réunions tenues à Neuchâtel par cette Société. Le prix du volume est fixé à 1 fr.

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

M. P. KONRAD présente une communication sur *nos champignons vénéneux* et met en circulation les planches remarquables qu'il a faites de toutes les espèces intéressantes dont il nous

entretient. Une courte notice paraîtra à ce sujet dans notre prochain *Bulletin*. MM. Dr MAYOR, vétérinaire SANDOZ et prof. SPINNER félicitent vivement M. Konrad pour le superbe travail qu'il a exécuté. Les 600 planches en couleurs, actuellement terminées, présentent un grand intérêt pour la science neuchâteleoise et il est à désirer que ce travail puisse être, en partie du moins, publié un jour ou l'autre.

SÉANCE ANNUELLE D'ÉTÉ DU DIMANCHE 22 JUIN A L'HOTEL DE LA TOURNE

Présidence de M. SPINNER

AFFAIRES ADMINISTRATIVES

Une trentaine de personnes seulement, répondant à la convocation de notre Comité, se trouvaient le dimanche 22 juin à 10 h. du matin à l'hôtel de la Tourne. La séance est ouverte par quelques mots de bienvenue prononcés par le PRÉSIDENT et on passe immédiatement à l'ordre du jour:

1. Nomination de membres actifs: MM. Dr Léopold de REYNIER, à Leysin et RÖTHLISBERGER fils, à Monruz, présentés comme candidats, sont reçus immédiatement en qualité de membres actifs.

2. MM. Léo-Paul ROBERT, peintre au Ried, proposé par M. SPINNER et Ch.-Ed. MARTIN, président d'honneur de la Société mycologique de Genève, proposé par M. KONRAD, sont nommés à l'unanimité membres honoraires de notre Société.

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

M. SPINNER présente une communication sur la *Flore jurassienne dans ses rapports avec le milieu*. Tandis qu'autrefois on n'attachait que peu d'importance à l'étude d'une flore dans ses rapports avec le milieu, on commence aujourd'hui à tenir compte des nombreux facteurs qui interviennent et qui ont une influence considérable sur le développement des végétaux. La température joue un grand rôle et le nombre des espèces diminue de plus en plus à mesure que l'on s'élève. Les plantes ont besoin d'une température minimale pour se développer. (Exemple la forêt, formation végétale favorisée par un climat continental, mais gênée dans son développement par un climat océanique frais

et humide). *L'exposition* est un facteur important. C'est ainsi que M. Spinner a pu faire d'intéressantes observations dans un emposieux contenant 60 espèces végétales (sur une circonférence de 50 m.). 44 espèces se trouvaient sur la pente tournée à l'Est et 16 seulement sur celle tournée au Nord. Aucune espèce identique ne se trouvait sur les deux pentes. On oublie trop souvent aussi la *température du sol*. De nombreuses observations ont montré qu'à Neuchâtel (1902-1911) la température du sol ne descendait jamais au-dessous de $+ 4^{\circ}$ à 1 m. de profondeur et ne s'élevait jamais au-dessus de $+ 17^{\circ}$ (dans l'air variations de $- 18^{\circ}$ à $+ 35^{\circ}$). Le *vent* est également un facteur important. Il augmente considérablement la transpiration des végétaux et si le sol est pauvre en eau, le végétal ne pourra prospérer. On étudie enfin depuis peu de temps la *composition du sol* qui semble devoir être un facteur aussi important que d'autres puisqu'une même plante n'a pas toutes ses racines dans un même terrain. L'intéressant travail de M. Spinner montre bien que l'étude systématique des végétaux ne suffit plus et qu'il faut de plus en plus lui adjoindre l'étude biologique.

M. A. MONARD parle ensuite des *associations animales*. Quoique les êtres vivants nous semblent souvent absolument indépendants les uns des autres, ils sont dans une foule de cas unis par des liens très étroits, de telle sorte que la vie ou la mort d'une espèce est absolument nécessaire à la vie d'une autre. Une plante peut se concevoir absolument isolée, mais non un animal. Ce dernier a besoin d'un entourage d'êtres vivants. Ces associations peuvent être absolument *homogènes* (animaux se réunissant en troupes pour chasser). Si elles sont *hétérogènes*, l'union peut être profitable aux deux individus s'associant, c'est la *symbiose*. Il peut y avoir aussi avantage évident pour l'un des deux, c'est la *synoécie*; ou bien avantage pour l'un et inconvénient pour l'autre, c'est alors le *parasitisme*. Dans le degré le plus complet enfin, la *biocénèse*, l'un des deux associés est absolument nécessaire à l'autre. (Fécondation des orchidées par les insectes). M. Monard illustre sa causerie de nombreux exemples des plus intéressants.

La séance est levée à 11 h. $\frac{1}{2}$ et l'après-midi fut rempli par des excursions aux environs, à Tablette en particulier.

Le secrétaire-rédacteur: M. WEBER.



TABLE DES MATIÈRES

DES

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

Pages

Admissions . . .	281, 284, 285, 292, 294, 295, 296, 297, 298
Démissions et décès	281, 297
Nominations	298
Rapports statutaires	286, 289
Affaires financières	289, 290
Divers	281, 282, 284, 297

B. COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

1. BOTANIQUE

<i>H. Spinner.</i> — La distribution verticale et horizontale des végétaux vasculaires dans le Jura neuchâtelois . . .	282
— La flore jurassienne dans ses rapports avec le milieu . . .	298
<i>P. Konrad.</i> — Nos champignons vénéneux	297

2. ZOOLOGIE

<i>A. Monard.</i> — La faune profonde du lac de Neuchâtel . . .	283, 284
— Les associations animales	299
<i>A. Mathey-Dupraz.</i> — Le refuge ornithologique de la baie d'Auvernier	295

3. PHYSIQUE

<i>A. Berthoud.</i> — A propos du mouvement perpétuel . . .	290
<i>G.-A. Borel.</i> — Les câbles électriques et la téléphonie à grande distance	295
<i>A. Jaquerod.</i> — La télégraphie sans fil	296

4. GÉOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE

<i>G. Roessinger.</i> — Notes de géologie régionale	292
<i>H. Moulin.</i> — Notes de géologie régionale.	293

5. DIVERS

<i>Abbé Mermet.</i> — Recherche de l'eau et des métaux. . . .	291
— Théorie de la radiotellurie	294

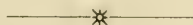


TABLE DES MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DU TOME XLIV

<i>Charles Schneider.</i> — Etude de quelques iminomonosulfures complètement substitués	3
<i>Albert Monard.</i> — La faune profonde du lac de Neuchâtel	65
<i>Théodore Delachaux.</i> — « <i>Bathynella chappuisi</i> » nov. spec.	237
<i>Félix Rosen.</i> — Recherches sur le développement des Cestodes	259
Procès-verbaux des séances	281



THE NEW YORK
ACADEMY OF SCIENCES
SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

BULLETIN

TOME XLIV: ANNÉE 1918-1919

PRIX: 8 Fr.



NEUCHATEL
IMPRIMERIE CENTRALE

1920

Les publications envoyées à la *Société neuchâteloise des sciences naturelles* en **échange** de son « Bulletin », doivent être adressées comme suit :

BIBLIOTHÈQUE DE LA VILLE
échange avec la *Société neuchâteloise
des sciences naturelles*

NEUCHÂTEL (Suisse)

On peut se procurer les publications suivantes de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles en s'adressant à M. le prof. Dr Otto Fuhrmann, archiviste de la Société, à Neuchâtel :

10 MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE NEUCHÂTEL

Vol. I, 1835, avec dix-huit planches, à 15 fr. l'exemplaire, renfermant entre autres :

Agassiz : Description de quelques espèces de Cyprins; Fossiles du terrain crétacé du Jura; Prodrome d'une monographie des Radiaires. *A. de Montmollin* : Mémoire sur le terrain crétacé du Jura. *L. Coulon* : Description de quelques animaux nouveaux, etc.

Vol. II, 1839, avec vingt-six planches, à 5 fr. l'exemplaire, renfermant entre autres :

Nicolet : Essai sur la constitution géologique de la vallée de la Chaux-de-Fonds. *Godet* : Énumération des végétaux vasculaires du canton de Neuchâtel. *Tschudi* : Classification des Batraciens. *Agassiz* : Mémoire sur les moules de mollusques vivants et fossiles. *A. de Montmollin* : Note explicative de la carte géologique du canton de Neuchâtel, etc.

Vol. III, 1845, avec seize planches, à 5 fr. l'exemplaire, renfermant entre autres :

Lesquereux : Recherche sur les marais tourbeux et Catalogue des mousses de la Suisse. *Agassiz et Vogt* : Anatomie des Salmones. *Guyot* : Notice sur la carte du fond des lacs de Neuchâtel et Morat, etc.

Vol. IV, première partie, 1859, avec sept planches, renfermant :

Desor et Gressly : Études géologiques sur le Jura neuchâtelois, etc.

Vol. IV, deuxième partie, 1874, avec quinze planches, renfermant :

Desor et Favre : Le bel âge du bronze lacustre en Suisse. *De Loriol* : Description de quelques Astérides du terrain néocomien. *De Tribolet* : Recherches géologiques et paléontologiques dans le Jura neuchâtelois.

Chaque partie se vend 1 fr. aux sociétaires et 2 fr. 50 aux non-sociétaires.

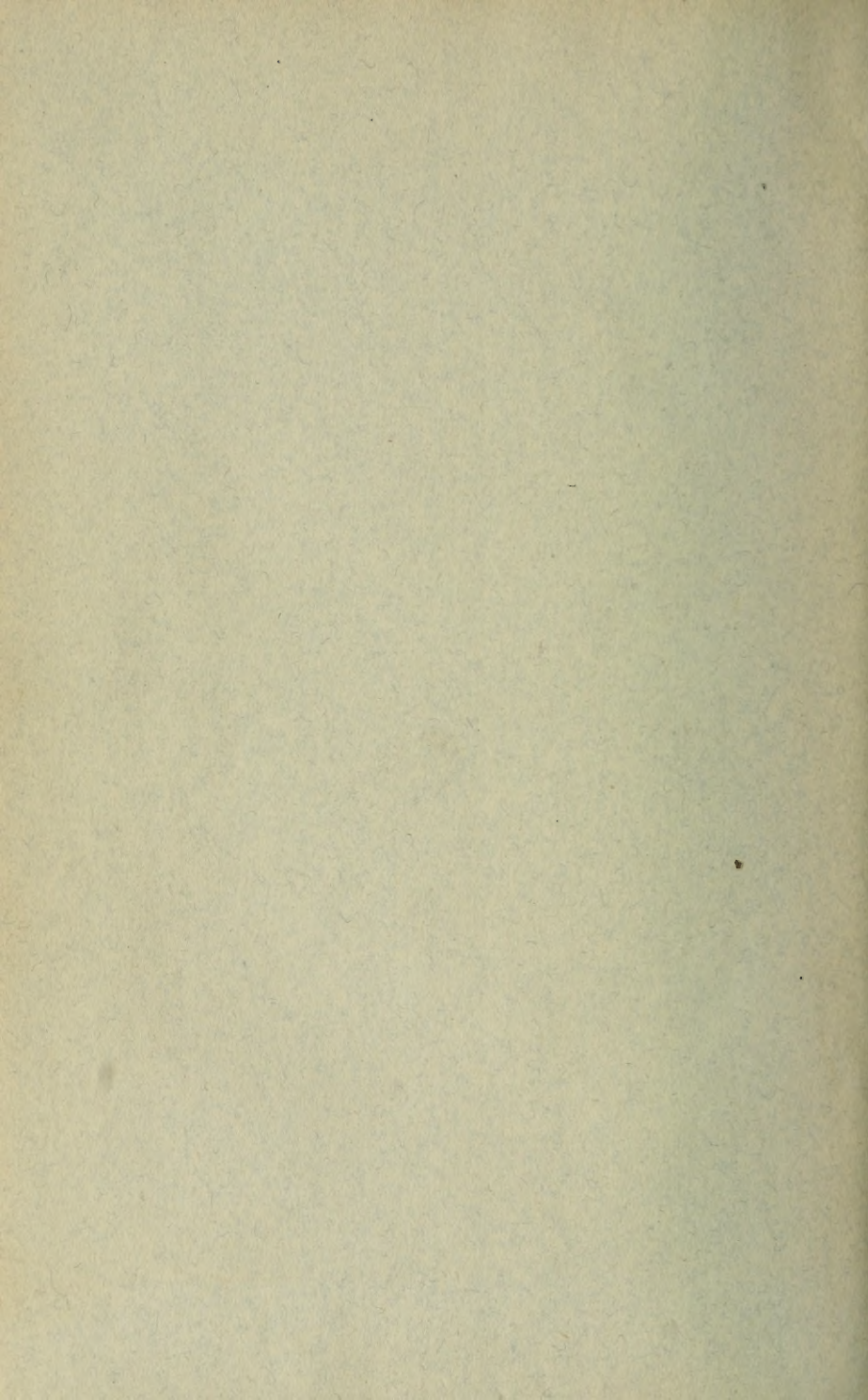
2° Plusieurs collections complètes du Bulletin

à partir du t. IV, à raison de 1 fr. le volume pour les sociétaires et de 3 fr. pour les non-sociétaires.

3° Notes laissées par L. Couleru sur les papillons qu'il a observés dans les cantons de Neuchâtel et de Berne, de Saint-Blaise à la Neuveville et de Jolimont à Chasseral, de 1829 à 1850; prix 1 fr.

4° Catalogue des Lépidoptères du Jura neuchâtelois, par Frédéric de Rougemont, avec deux planches en couleurs peintes par Paul Robert; prix 7 fr. 50.

5° Table des matières des Mémoires et Bulletins pour 1832-1897, par Jean de Perregaux; prix 2 fr.



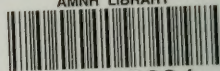
Bull. Soc. Neu
Tome 44,

APR 13 1939

MAR 1 1946



AMNH LIBRARY



100135684